LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE
PACIFIC OCEANIC FISHERY
INVESTIGATIONS

CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL
POUR L'EXPLORATION DE LA MER

JOURNAL DU CONSEIL

VOL. V · NO. 1

PUBLIÉ PAR LE BUREAU DU CONSEIL

RÉDIGÉ PAR

E. S. RUSSELL

EN COMMISSION CHEZ
ANDR. FRED. HØST & FILS
COPENHAGUE

AVRIL 1930

Note.

The Journal of the Council will in future appear *three times a year*, and three numbers will form a volume. It will include, in addition to general articles, reviews and bibliography, the special papers hitherto issued in the series of "Publications de Circonstance".

The annual subscription price has been fixed at 12 Kroner (+ Kr. 1.50 for mailing expenses) per volume, which will include, if desired, a reprint of the bibliographical matter, printed on one side of the paper. Single copies will be sold at Kr. 4,50.

A separate edition of Dr. Allen's Selected Bibliography, published in Nos 1 and 2 of the Journal, has been issued, printed on one side of the page only. Subscribers and those on the distribution list will receive copies of this Bibliography *upon application to the Administrative Secretary.*

It may also be purchased for the sum of 1 Krone from the Publisher.

Contributions to the Journal and all correspondence should be addressed: —

The Secretary
Journal du Conseil,
Fisheries Laboratory,
LOWESTOFT, England.

They may be written in English, French, German or Spanish. General and scientific articles must be accompanied by a summary. General articles and reviews will be paid for at the rate of 10 Kroner a page. Authors of general articles and scientific papers will receive 50 copies of their paper gratis. Typescripts and figures should be submitted in a state fully prepared for press, in order that the costs of proof correction may be reduced to a minimum, and no expense be incurred by the Council in re-drawing any figures. *Contributors are requested to follow the instructions printed on p. 3 of the cover.*

Books and papers for review or bibliographical notice should be sent to the Editor.

Orders for copies should be sent to Messrs. Andr. Fred. Høst & Søn, Bredgade, Copenhagen, and business communications, regarding advertisements, etc. to the Administrative Secretary, Strandvej 34, Copenhagen.

CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL
POUR L'EXPLORATION DE LA MER

JOURNAL DU CONSEIL

VOL. V · NO. 1

PUBLIÉ PAR LE BUREAU DU CONSEIL

RÉDIGÉ PAR

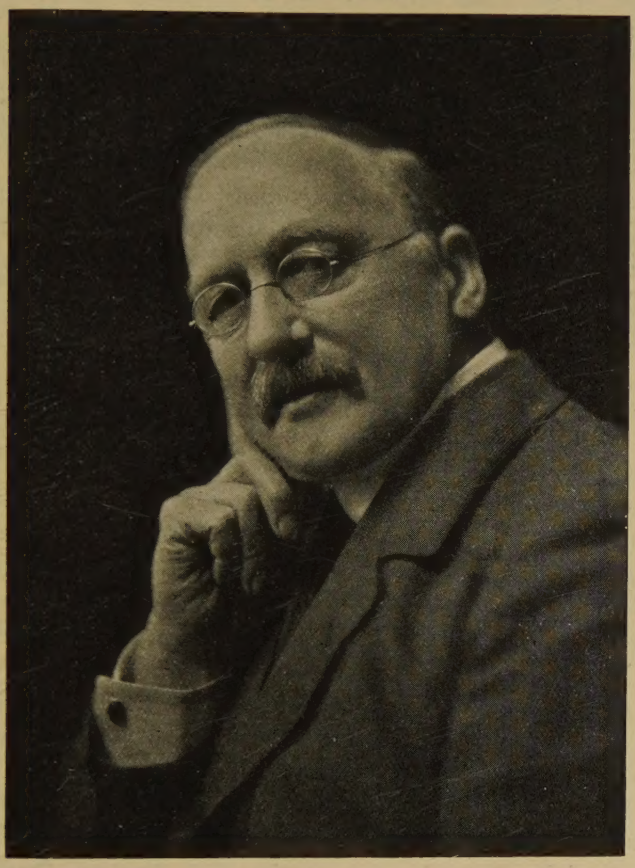
E. S. RUSSELL

EN COMMISSION CHEZ
ANDR. FRED. HØST & FILS
COPENHAGUE

AVRIL 1930

IMPRIMERIE BIANCO LUNO A/S.

Thomas Wemyss Fulton.
(1855–1929).



The late Thomas Wemyss Fulton was a native of Edinburgh. He was educated at the famous University of his native town first of all in the Arts and Science Department and then subsequently in the Faculty of Medicine, taking, among other distinctions, the Sir Wyville Thomson special medal in Natural History. He graduated M.B., C.M. in 1884, with first-class honours and M.D. in 1887, receiving from the University a Gold Medal for

his thesis on "The Maturation of the Pelagic Ovum of Teleostean fishes, and its relation to certain phenomena in the life-history of the species". After a voyage to India, Dr. FULTON was appointed assistant to Sir JOHN MURRAY and so became familiar not only with methods of marine research but with the work of the "Challenger" Commission. Dr. FULTON vacated this post on appointment to the Scottish Fishery Board in January, 1888. Subsequently he became Superintendent of the Board's scientific investigations, a position which he held until his retirement in 1920.

In connection with his official duties Dr. FULTON frequently gave evidence before various Departmental and Parliamentary Committees and Commissions, the first occasion being in 1893 (the Marjoribanks Committee). He was a member of the Departmental Committee on the North Sea Fisheries (Scotland) whose report was published in 1914.

Dr. FULTON also took a prominent part in the deliberations of the International Council. From 1902 until his retirement he attended as an expert the meetings of the International Council, firstly on the invitation of the Council and latterly as expert from Scotland. He was a member of the Plaice Committee of the International Council and of the Committee on Herring Investigations. In 1908 Dr. FULTON was appointed to the new Lectureship at the University of Aberdeen on "The Scientific Study of Fishery Problems".

In recognition of his work for the fisheries Dr. FULTON received many honours of which we may mention "Honorary Member of the Société Impériale Russe de Pisciculture et de Pêche, St. Petersburg; the Svenska Fiskeriförening, Stockholm; the Dansk Fiskeriforening, Copenhagen; Société Centrale pour la protection de la Pêche fluviale, Brussels; the British Sea Anglers Association, London; and Corresponding Member of the Deutscher Seefischerei-Verein, Berlin".

Dr. FULTON'S work on Sea Fishery problems is well known. No attempt is made here to give a list of his publications. Reference is simply made to some of the questions to which he devoted attention. But there was hardly any branch of fishery study or investigation which he did not touch and illuminate. His knowledge of fishery literature was both wide and deep. Whether the

question was zoological, statistical, legal, historical or administrative Dr. FULTON was rarely at a loss with an answer. In Bashford Dean's Bibliography of Fishes there are 88 papers by FULTON enumerated between 1888 and 1913.

One of Dr. FULTON's first tasks was the organisation of a systematic scheme to utilise in every possible way the fish taken by the "Garland". This was designed to throw light upon the nature of the food, the time, duration and places of spawning of the various species, the proportion and sizes of the sexes and the size at maturity.

Marking experiments were first tried by FULTON in 1889 in which he tested the value of various materials for marking. Other problems which he investigated were:— the relation of marine currents to the fisheries; the problem of mature and undersized fish; the fecundity of fishes; the maturation of the ovarian egg of teleosteans, showing *inter alia*, why pelagic eggs float; the growth of fishes including the herring; and finally statistics. Dr. FULTON took great pride in his statistical studies, and in particular in his method of ascertaining by a scientific system of statistics whether a species of fish is decreasing or not. This method he described to the Ichthyological Committee on the 22nd October, 1901. But FULTON's greatest work and the one by which he will be remembered is his book on "The Sovereignty of the Sea", (Blackwood, Edinburgh, 1911). The sub-title "An Historical Account of the claims of England to the Dominion of the British Seas, and of the Evolution of the Territorial Waters; with special reference to the Rights of Fishing and the Naval Salute", sufficiently indicates the scope of the book. It is difficult to appreciate the value of this work in a brief paragraph. It is, and must remain, the foundation on which all future research into the history of the British Sea Fisheries (a much neglected subject) must be based. No one, unless he has himself undertaken a similar task, can appreciate the enormous amount of research necessitated for the writing of this book.

Dr. FULTON was a man of very agreeable personality. He could both expound his views, which on many subjects were very decided ones, with clearness and defend them with tenacity and all without a sign of illfeeling. He will be remembered by at least

one student of the sea fisheries as a man who was always willing to help those with less knowledge and experience than himself. His work is an inspiration to those who follow after, and his personal qualities an affectionate remembrance to those who knew him.

He died on the 7th October, 1929. J. T. J.

Meridionale Schichtung und Tiefenzirkulation in den Westhälften der drei Ozeane.

Von

Georg Wüst.

(Institut für Meereskunde an der Universität Berlin).

I. Vorbemerkungen.

Durch die Arbeiten von A. Merz (*1—4*) und die von ihm angeregten Untersuchungen (*5—8*) ist die Bearbeitung des Hauptproblems der Meereskunde, das der ozeanischen Zirkulation, so weit fortgeschritten, dass der Versuch gewagt werden kann, Schichtung und Tiefenzirkulation der drei Ozeane auf Grund neuer Längsschnitte der Temperatur und namentlich des Salzgehalts vergleichend zu betrachten und damit das Problem der allgemeinen ozeanischen Zirkulation in Angriff zu nehmen. Zwar müssen wir diesen Versuch heute noch beschränken auf eine qualitative Beurteilung der meridionalen Komponenten in den Westhälften der drei Ozeane. Aber selbst bei dieser Beschränkung des Themas kann es sich in dem folgenden knappen Überblick nur um die Herausarbeitung der Hauptzüge handeln.

Die Grundlage für unsere Betrachtung bilden die Längsschnitte, die der Verfasser für den Pazifischen (*7*) und Atlantischen Ozean (*6*), für den letzteren im wesentlichen auf Grund des »Meteor«-Materials, und L. Möller (*8*) für den Indischen Ozean entworfen haben. Die Lage dieser Westschnitte ergibt sich aus der Karte (Abb. 1). Der atlantische Schnitt läuft annähernd der Küste parallel und verbindet die tiefsten Punkte der westatlantischen Mulde. Die Verteilung des Beobachtungsmaterials im Pazifischen und Indischen Ozean gestattet eine solche Berücksichtigung des Reliefs bei Anlage der Schnitte nur in einem beschränkten Umfange.

Immerhin können die Profile in erster Annäherung als korrespondierend angesprochen werden. Um sie besser vergleichen zu können, ist es erforderlich, alle Stationen auf einen Meridian zu projizieren und die zonalen Komponenten, die in den Schnitten stecken, zu vernachlässigen.

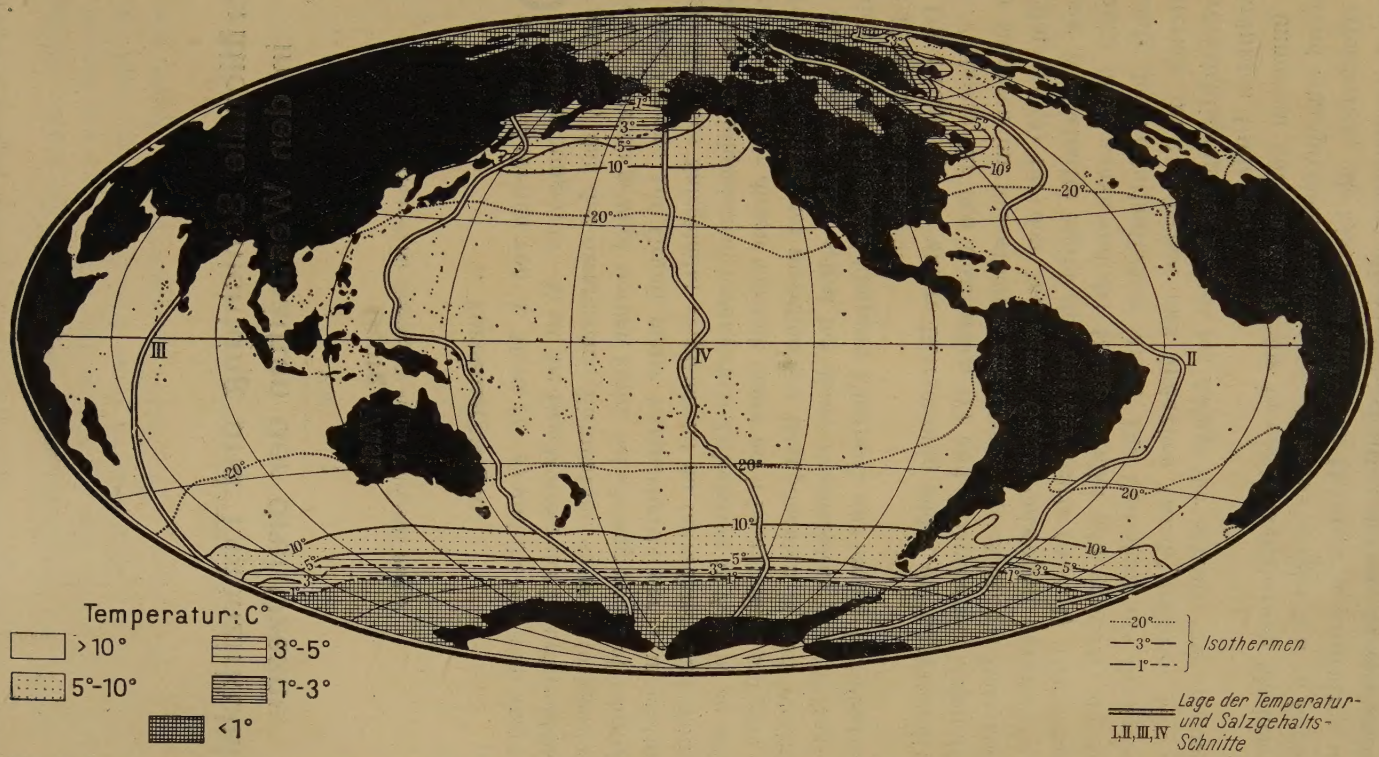


Fig. 1. Ausdehnung von Troposphäre (weiss) und Stratosphäre (schraffiert) an der Meeresoberfläche (Jahresdurchschnitt) und Lage der Längsschnitte.

Bei dieser Sachlage und dem noch vielfach hypothetischen Charakter der pazifischen Schnitte darf unsere Betrachtung den feineren Zügen des Aufbaus kein grosses Gewicht beilegen, sondern muss sich auf die Hauptwasserarten beschränken[1]). Diese werden begrenzt durch die Isothermen für 1°, 3°, 5° und 10° und durch die Isohalinen für 34,4, 34,6, 34,8 und 35,0 ‰. Indem wir die fünf Wasserarten verschieden schraffieren — und zwar entsprechen die dunkelsten Flächen den niedrigsten Werten von Temperatur und Salzgehalt, die weissgelassenen den höchsten — bringen die Diagramme die Unterschiede im meridionalen thermischen und halinen Aufbau zwischen den drei Ozeanen zwischen 80° N und 80° S klar zur Anschauung (Fig. 2 und 3).

Kennzeichnend für den vertikalen Aufbau des Ozeans ist die Zweiteilung in eine seichte Warmwasser-Deckschicht und eine gewaltige Kaltwasser-Tiefenschicht. Die Deckschicht, die Defant (*9*) »ozeanische Troposphäre« nennt, ist zugleich salzreich, die Tiefenschicht, welcher er den Namen »ozeanische Stratosphäre« gibt, salzarm. War dieser Gegensatz naturgemäss längst bekannt, so hat erst Defant (*9*, *10*) die Bedeutung der die beiden Schichten trennenden Grenzfläche für die Zirkulationsvorgänge in ihrem vollem Umfange erkannt. Diese Grenzfläche wird gebildet durch das untere Ende der Sprungschicht von Temperatur und Salzgehalt, das etwa mit der 10°-Isotherme und der 34,8—35,0 ‰-Isohaline zusammenfällt. Die weissgelassenen Flächen unserer Schnitte bezeichnen also die vertikale Ausdehnung der Troposphäre.

Die Grenzfläche steigt polwärts zur Oberfläche an, schneidet diese schliesslich, sodass in den subpolaren und polaren Zonen die Oberflächenschichten der Stratosphäre angehören. An der Meeresoberfläche ist die Grenzfläche identisch mit der Polarfront, jener wichtigen Stromkonvergenz, welche die vorwiegend zonalen Oberflächenströmungen der Troposphäre von den vorwiegend meridional gerichteten der Stratosphäre trennt. Sie ist in den modernen Stromdarstellungen (vgl. die Stromkarten in *6*, *7*, *8* und *11*) an den Grenzen der Antarktis und Arktis über weite Strecken deutlich als eine Konvergenz der Stromrichtung zu ver-

[1]) Die ausführliche Diskussion der einzelnen Schnitte ist in den unter Nr. *6*, *7* und *8* des Literaturverzeichnisses genannten Abhandlungen enthalten. In der Abhandlung *7* habe ich bereits die Abbildungen 2, 3, 5 und 6 dieses Aufsatzes veröffentlicht und in ähnlicher Weise vergleichend betrachtet.

Eine ausgezeichnete, von theoretischen Betrachtungen ausgehende Darlegung des Wesens der ozeanischen Zirkulation gibt A. Defant im VIII. Kapitel seiner »Dynamischen Ozeanographie« (Berlin, J. Springer, 1929), wobei er sich ebenfalls auf die neuen Längsschnitte der Temperatur und des Salzgehaltes von L. Möller und des Verfassers stützt. Die vorliegenden Ausführungen beabsichtigen, die Ausführungen Defants nach der beschreibenden und vergleichenden Seite zu ergänzen.

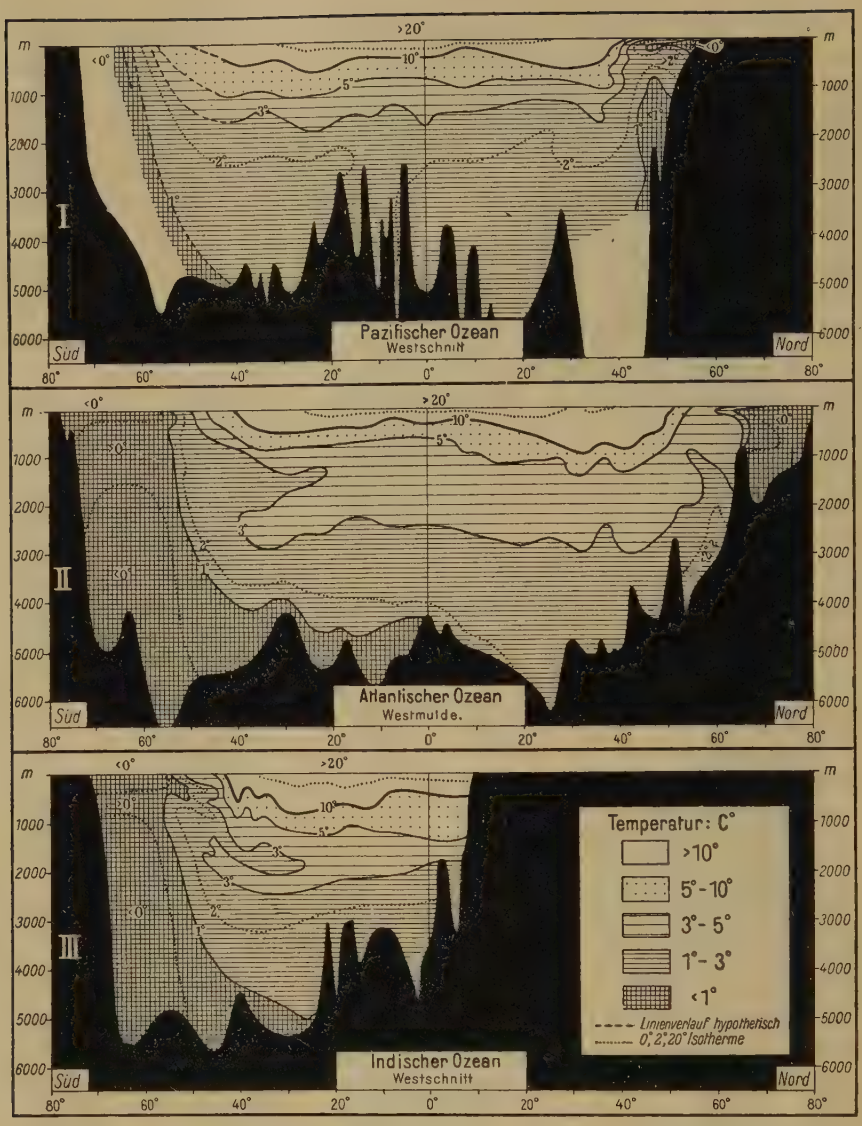


Fig. 2. Längsschnitte der Temperatur durch die Westhälften der drei Ozeane.
Atlantischer und Pazifischer Schnitt nach Wüst (1928 und 1929)
Indischer Schnitt nach Möller (1929).

folgen; dort, wo sie in den Stromkarten fehlt, mangelt es an ausreichenden Strombeobachtungen, oder wir haben eine dynamische Konvergenz, d.h. eine Abnahme der Geschwindigkeit in der sonst annähernd gleichgerichteten Strömung zu vermuten. Aber auch in der Temperaturverteilung an der Oberfläche ist sie, wie zuerst Meinardus (*12*) gezeigt

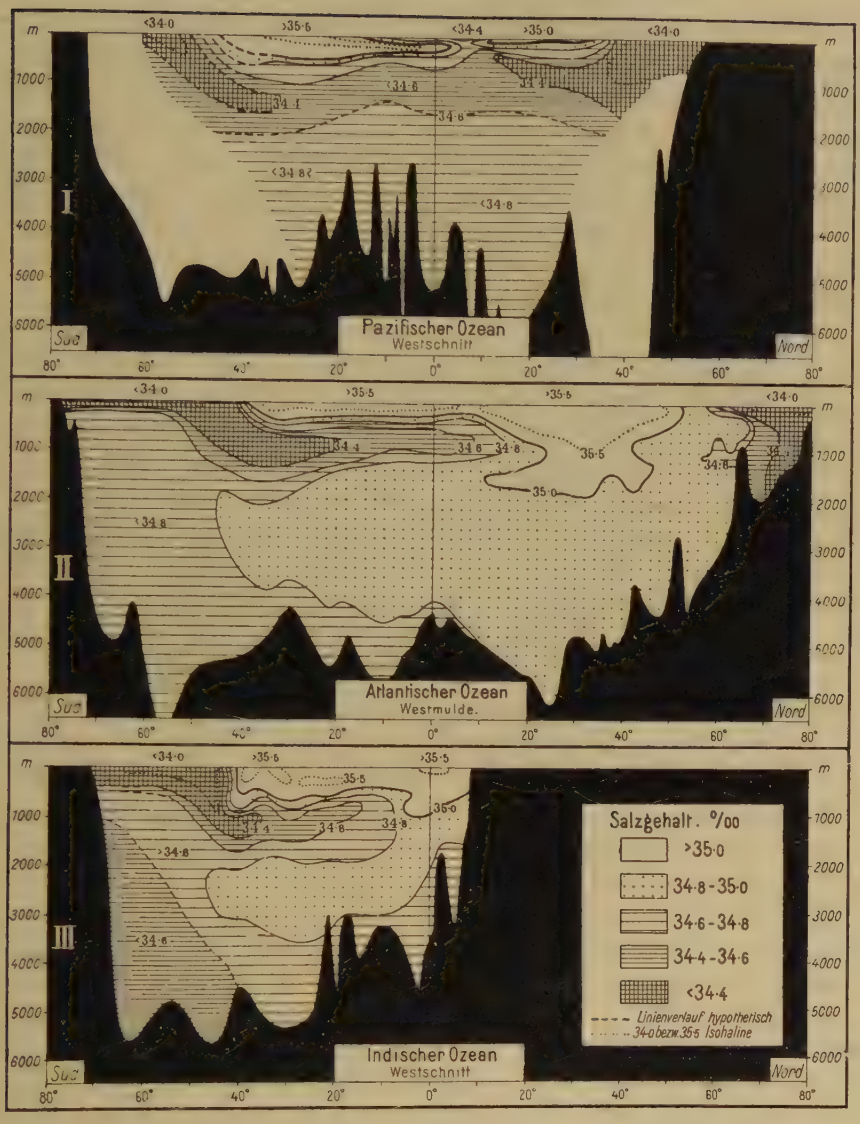


Fig. 3. Längsschnitte des Salzgehaltes durch die Westhälften der drei Ozeane.
Atlantischer und Pazifischer Schnitt nach Wüst (1928 und 1929).
Indischer Schnitt nach Möller (1929).

hat, durch eine Drängung der Isothermen, d.h. einen Temperatursprung in meridionaler Richtung, und zwar im antarktischen Wasserring als eine geschlossene Kaltwasserfront ausgeprägt, während sie in der Verteilung des Oberflächensalzgehaltes (*13*) nur streckenweise als eine schärfere Begrenzung zu erkennen ist.

Wir haben in unserer Übersichtskarte (Abb. 1) die für die Kaltwasserfront typischen Isothermen von 1°, 3°, 5° und 10°, dieselben Isothermen, die wir für die Abgrenzung der Hauptwasserarten in den Vertikalschnitten (Fig. 2, 3, 5 u. 6) verwendet haben, eingezeichnet und die Temperaturstufen in gleicher Weise wie in den Längsschnitten schraffiert[1]). Die weissen Flächen in unserer flächentreuen Karte bezeichnen also die horizontale Ausdehnung der Troposphäre an der Meeresoberfläche, die schraffierten geben im wahren Verhältnis dazu die Erstreckung der Stratosphäre (im Jahresdurchschnitt).

So gewaltig die horizontale Ausdehnung der Troposphäre an der Oberfläche des Weltmeeres, so verschwindend ist ihre vertikale Entwicklung: Wie eine flache Linse ist sie in unseren Schnitten den vertikal mächtig ausgedehnten stratosphärischen Wassermassen eingelagert, die ihrerseits an der Oberfläche jedoch nur kleine Einzugsgebiete besitzen. Schon diese Tatsache beweist, dass die beiden Schichten verhältnismässig stark gegeneinander abgeriegelt sind und dass in jedem der Ozeane zwei im wesentlichen in sich geschlossene Kreisläufe, die Warmwasser- und die Kaltwasserzirkulation, existieren.

II. Die troposphärische Zirkulation.

Die Triebkräfte der troposphärischen Zirkulation sind in der Hauptsache einerseits die Luftströmungen, welche starke zonale Oberflächenströmungen hervorrufen, und andererseits die meridionalen Dichteunterschiede, welche durch die Unterschiede der Strahlung und des Verhältnisses Verdunstung und Niederschlag in jeder Hemisphäre bedingt sind. Die Oberflächenströmungen greifen indirekt in den meridionalen Kreislauf ein, indem sie Anlass zur Ausbildung von Konvergenz- und Divergenzlinien geben, welche auf- und absteigende Bewegungen hervorrufen. Im wesentlichen bestimmen die drei Unstetigkeiten: Polarfront, subtropische Konvergenz und äquatorialer Gegenstrom[2]) die Umkehrpunkte der meridionalen Zirkulation der Troposphäre, die wir schematisch für den Fall eines symmetrischen Aufbaus dargestellt haben (Fig. 4): Oberflächlich fliessen die warmen und salzarmen — also aus doppeltem Grunde leichten — Wassermassen vom Äquator zu den subtropischen Konvergenzen, auf dem Wege infolge zunehmender Verdunstung und abnehmender Niederschläge ihren Salzgehalt erhöhend, um in 30° N

[1]) Der Verlauf dieser Isothermen, die wir den bekannten Karten von Schott entnommen haben, ist besonders im antarktischen Wasserring noch vielfach hypothetisch, da die Beobachtungen in der überwiegenden Zahl aus dem Südsommer stammen.

[2]) In Fig. 4 sind diese Unstetigkeiten mit P, K u. A bezeichnet.

und S an diesen — d.h. vornehmlich aus dynamischen Ursachen — in die Tiefe zu sinken und in geringer Tiefe langsam ansteigend als salzreiche und kühlere subtropische Unterströme zum Äquator zurückzukehren, wo sich der Kreislauf durch eine kaum 200 m mächtige Aufstiegsbewegung schliesst. Polwärts der subtropischen Konvergenz finden wir in beiden Hemisphären einen kleinen Kreislauf im umgekehrten Sinne.

Bei der Verschiedenheit der orographischen und klimatischen Bedingungen in der Nord- und Südhemisphäre und der ungleichen Aus-

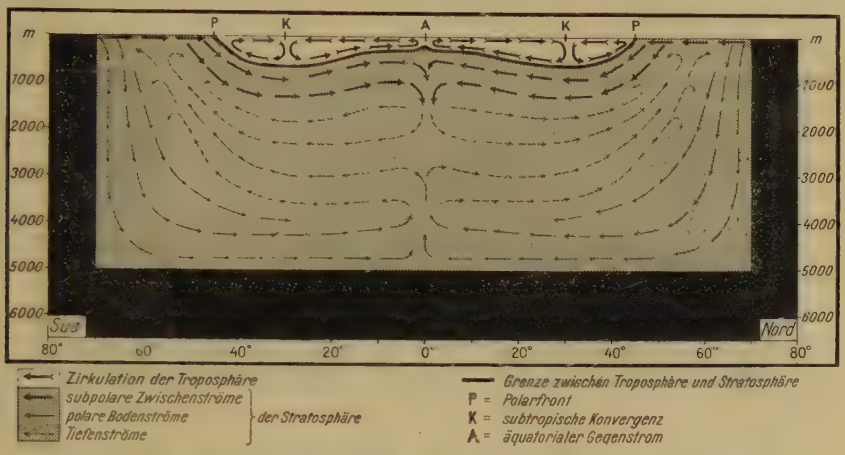


Fig 4. Die meridionalen Komponenten der Tiefenzirkulation in einem symmetrisch aufgebauten Ozean. (Schematische Darstellung).

bildung des zonalen Wind- und Stromsystems können wir eine so vollendete Symmetrie der troposphärischen Zirkulation in den einzelnen Ozeanen nicht erwarten. Entsprechend der Verschiebung des ozeanischen Äquators liegen die Umkehrpunkte zwischen 5° und 10° N. Die stärkste Einschnürung der Troposphäre weist in 8° N der Pazifische Ozean auf, in dem wir auch den äquatorialen Gegenstrom in schärfster Entwicklung finden. Hier besitzt die Troposphäre eine vertikale Mächtigkeit von nur 100—150 m. Zum Teil aus dieser Nordwärtsverlagerung der Symmetriepunkte, zum anderen aus der stärkeren Ausbildung des südlichen Konvergenzgebietes erklärt sich die grossartige Entwicklung des südlichen subtropischen Unterstromes, die wir im pazifischen Salzgehaltsschnitt beobachten. Einen völlig unsymmetrischen Aufbau zeigt die atlantische Troposphäre, verursacht durch die gewaltige Entwicklung des subtropischen Konvergenzgebietes im Norden. Hier reichen zwischen 30° und 40° N die warmen Wassermassen bis 1000 m, ja im

halinen Aufbau erkennen wir ein tiefreichendes Eindringen salzreicher Wassermassen in die Kaltwassersphäre, das in Zusammenhang steht mit dem Übertritt südhemisphärischen Wassers auf die N-Halbkugel und der starken meridionalen Verfrachtung warmen und salzreichen Wassers im Golfstrom. Es treten hier noch eine Reihe von Faktoren hinzu, um diese phänomenale Erscheinung hervorzurufen, auf die wir bei der Betrachtung der stratosphärischen Zirkulation noch zurückkommen. Im Indischen Ozean ist aus orographischen Gründen naturgemäss nur der südhemisphärische Kreislauf vollständig ausgebildet, auch hier reichen im Konvergenzgebiet die warmen und salzreichen Wassermassen

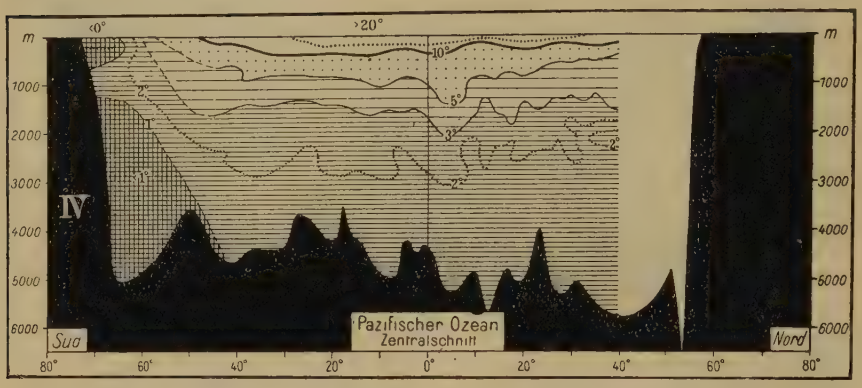


Fig. 5. Längsschnitt der Temperatur durch den Zentralpazifischen Ozean.

besonders tief — 800 m —, wenngleich die Erscheinung stark hinter der im nordatlantischen Ozean zurückbleibt.

III. Die stratosphärische Zirkulation.

Die primären Kraftquellen der stratosphärischen Zirkulation liegen an der Oberfläche der Polarmeere. Hier werden zwei Wasserarten gebildet: erstens das salzarme und kühle Zwischenwasser, das die obersten Schichten der Stratosphäre erfüllt. Es entsteht unter dem Einfluss des polaren Klimas, der Eisschmelze und ergiebiger Niederschläge an der Oberfläche der Polarmeere, strömt äquatorwärts ab und sinkt zwischen 45° und 50° N und S vor den Polarfronten zur Tiefe ab, um von S als subantarktischer Zwischenstrom, von N als subarktischer Zwischenstrom in den Schichten zwischen 500 m und 1500 m zum Äquator vorzudringen. Die zweite Wasserart ist das polare Bodenwasser. Während das Zwischenwasser während des ganzen Jahres und in der ganzen Breite der Ozeane gebildet wird, ist die Entstehung des Bodenwassers,

wie NANSEN (*14*) überzeugend nachgewiesen hat, geknüpft an bestimmte Monate und begrenzte Regionen. Es entsteht in den Zentren zyklonischer Bewegung nahe der Packeisgrenze infolge Ausstrahlung, sinkt bei günstiger vertikaler Temperaturverteilung — Herbst und Vorwinter — konvektiv bis zum Boden, hierbei einer Vermischung mit salzreicheren Wassermassen der Ausläufer des Tiefenstromes unterliegend, und speist den arktischen bezw. den antarktischen Bodenstrom, der sich infolge der hohen Dichte seiner Wassermassen in enger Abhängigkeit vom Relief am Meeresboden ausbreitet.

Diesen beiden polaren Wasserversetzungen muss innerhalb einer

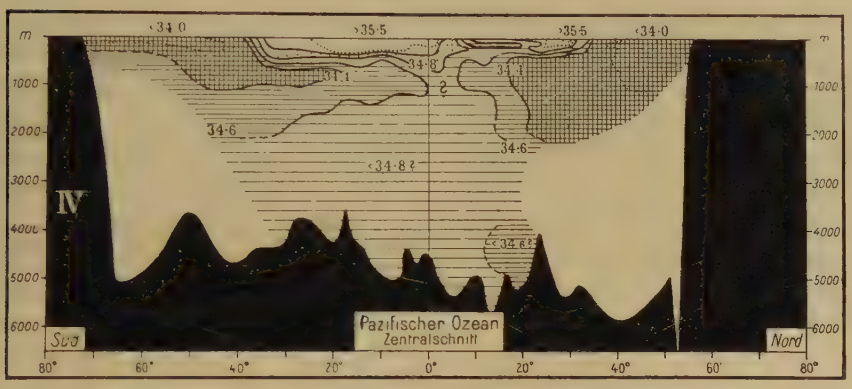


Fig. 6. Längsschnitt des Salzgehaltes durch den Zentralpazifischen Ozean.

jeden Hemisphäre aus Gründen der Kompensation in den mittleren Schichten der Stratosphäre eine polwärts gerichtete Wasserversetzung entsprechen, das ist der Tiefenstrom, der das Tiefenwasser verfrachtet.

So enstehen bei einem völlig symmetrischen Aufbau der Ozeane zwei in sich geschlossene Kreisläufe, ein arktischer und ein antarktischer, und es greifen keine vertikalen Stromzweige von der Troposphäre auf die Stratosphäre über (Fig. 4).

Ehe wir die Entwicklung der drei Hauptglieder der Tiefenzirkulation in den Westhälften der drei Ozeane miteinander vergleichen, wollen wir einen Blick auf die Verhältnisse des Zentralpazifischen Ozeans werfen, die dem idealen Fall eines symmetrischen Aufbaus am nächsten kommen (Fig. 5 u. 6). Wir erkennen im Salzgehaltsschnitt die annähernd symmetrische Entwicklung der Zwischenströme, stellen aber fest, dass, obwohl keine vertikalen Stromzweige von der Troposphäre zur Stratosphäre übergreifen, der Salzgehalt in der Achse der beiden Zwischenströme in Richtung zum Äquator zunimmt, was nur durch Beimen-

gungen mit salzreicherem troposphärischen Wasser zu erklären ist. Dieser Vorgang beruht auf dem Austausch. Infolge der bei ungeordneter Bewegung auftretenden Turbulenzprozesse vollzieht sich durch die Grenzfläche zweier verschieden bewegter Wasserkörper hindurch ein mehr oder minder starker Austausch von Wasserteilchen, mit dem auch ein Ausgleich der Eigenschaften, also des Salzgehaltes und der Temperatur, verknüpft ist (*15*). Im Zentralpazifischen Ozean bewirkt dieser Vorgang, dass im Konvergenzgebiet beider Ströme die salzarme Zwischenschicht wahrscheinlich unterbrochen ist, und dass hierdurch die Bedingungen für ein Absinken wärmerer und salzreicherer Wassermassen gegeben sind. Und in der Tat lässt unser Temperaturschnitt aus der Abbiegung der 3°- und 5°-Isotherme schön die absteigende Bewegung der Wassermassen erkennen, die die Theorie erfordert. Also selbst in dem Fall, dass die Tiefenzirkulation in beiden Ozeanhälften symmetrisch entwickelt ist, gilt das alteingewurzelte Lenz'sche Schema (unter dem Äquator aus grosser Tiefe bis zur Oberfläche aufsteigende Bewegung) nicht, dessen Unhaltbarkeit für den asymmetrisch aufgebauten atlantischen Ozean zuerst durch Merz (*1—4*) erkannt wurde. Theorie und Beobachtung lehren, dass in diesem Fall die stratosphärischen Wassermassen dicht unter der Deckschicht ab 500 m Tiefe eine sinkende Tendenz besitzen.

1. Antarktische Komponenten.

Innerhalb des antarktischen Meeres, das als ein geschlossener Wasserring die Erde umgibt, sind in den einzelnen Ozeanen die Bedingungen für die Bildung der antarktischen Komponenten der stratosphärischen Zirkulation die ähnlichen, und dementsprechend zeigen unsere Schnitte in Bezug auf diese in den grossen Zügen ein übereinstimmendes Bild.

Wir erkennen im Salzgehalt deutlich in allen drei Ozeanen den subantarktischen Zwischenstrom, dessen Wassermassen allenthalben in ähnlicher chemisch-physikalischer Zusammensetzung — nämlich mit einem Salzgehalt von 34,0—34,2 ‰ und einer Temperatur von 1°—3° — vor der südlichen Polarfront zur Tiefe sinken und im Niveau von rund 1000 m weit nach N vordringen. Jedoch im einzelnen ergeben sich Unterschiede in der Tiefenlage, Mächtigkeit und Reichweite dieser grossartigen Wasserversetzung, die letzten Endes in den orographischen Verhältnissen begründet liegen. Entsprechend der hohen südlichen Lage der Polarfront scheint im Pazifischen Ozean der Zwischenstrom bereits zwischen 50° und 60° S zu entstehen, während in den beiden anderen Ozeanen das Sinken des Polarwassers in der Zone zwischen 40° und 50° S stattfindet. Die Achse des Stromes senkt sich von der südlichen Polar-

front allenthalben zwischen 30° und 40° S am tiefsten herab, auf rund 1000 m im Atlantischen, 1200—1300 m im Pazifischen und Indischen, um zum Äquator auf etwa 800 m emporzusteigen. Am stärksten dringt er im Atlantischen nach Norden vor, wo seine letzten Ausläufer noch in einem intermediären Salzgehaltsminimum in 20°—30° N zu erkennen sind. In den beiden anderen Ozeanen liegt die Nordgrenze bereits in der Nähe des Äquators. Seine grösste vertikale Mächtigkeit besitzt das subpolare Zwischenwasser im Pazifischen, wo die salzarme Schicht zwischen 30° und 40° S bis 2000 m herabreicht, und in Übereinstimmung damit stehen die ausserordentlich geringen Änderungen des Salzgehaltes, welche besonders im Zentralpazifischen in der Achse des Stromes auftreten. Alle Anzeichen sprechen dafür, dass wir es im Pazifischen mit einer vertikal besonders mächtigen, aber horizontal sehr langsamen Erfüllung der oberen Stratosphäre mit subantarktischem Wasser zu tun haben, während in den beiden anderen Ozeanen, insbesondere im Atlantischen, diese Wasserversetzung mehr den Charakter einer scharfbegrenzten stromartigen Ausbreitung besitzt.

Sind auch die Bedingungen für die Bildung des antarktischen Bodenstroms im antarktischen Wasserring die ähnlichen, so hängt seine Ausbreitung in erster Linie vom Relief des Meeresbodens ab. Die günstigsten Verhältnisse scheinen wiederum im Atlantischen vorzuliegen, dessen Westmulde eine durchgehende und tiefreichende Verbindung von der Antarktis bis in den Nordatlantischen hinein darstellt. So ist hier das antarktische Bodenwasser in seinen letzten Ausläufern noch jenseits des Äquators in der Zone zwischen 10° und 20° N nachgewiesen. Der stromartige Charakter dieser Ausbreitung ist schon im Verlauf der Isohalinen und Isothermen zu erkennen, die wie Stromlinien sich über den Aufragungen des Bodens aufwölben und in den Mulden senken. Auch im Indischen scheint der Bodenstrom ansehnlich ausgebildet zu sein. Er ist hier im Entstehungsgebiet durch einen besonders niedrigen Salzgehalt gekennzeichnet und schiebt sich bis zur äquatorialen Zone vor. Aus dem Schnitte, der nicht der tiefsten Mulde des Indischen folgt, gewinnen wir den Eindruck, dass die letzten Ausläufer des Stromes in der Nähe des Äquators aufsteigen, ein Vorgang, welcher der Theorie entspricht und durch die morphologischen Verhältnisse stark begünstigt wird. Im Pazifischen endlich scheint auch diese Wasserversetzung entsprechend der gewaltigen zonalen Verbreiterung des Ozeans am wenigsten den Charakter eines Stromes zu besitzen, wenngleich in den mit dem Südpolarbecken in tiefer Verbindung stehenden Tiefseebecken noch jenseits des Äquators ihre Ausläufer festgestellt sind.

2. Arktische Komponenten.

Ganz allgemein treten entsprechend den orographischen Verhältnissen die arktischen Komponenten hinter den antarktischen zurück. Im Indischen fehlen sie naturgemäss völlig. Während es sich aber in Bezug auf die antarktischen Glieder nur um graduelle Unterschiede zwischen den 3 Ozeanen handelt, bestehen in der Entwicklung der arktischen die grössten Gegensätze zwischen Atlantischen und Pazifischen. Im letzteren ist der subarktische Zwischenstrom in ansehnlicher vertikaler Mächtigkeit bis zur äquatorialen Zone zu verfolgen, im Atlantischen ist er lediglich zwischen 50° und 60° N durch ein Salzgehaltsminimum angedeutet. Dies liegt hauptsächlich darin begründet, dass das Einzugsgebiet der polaren Schmelzwässer im Atlantischen so ausserordentlich klein ist, während es im Pazifischen ausgedehntere Meeresgebiete und zwei sehr kalte und salzarme Randmeere, das Ochotskische und das Beringmeer, umfasst. Nicht minder bedeutungsvoll ist die bereits erwähnte gewaltige Entwicklung des nordatlantischen Konvergenzgebietes, die letzten Endes in dem steten Übertritt südhemisphärischer Wassermassen auf die Nordhalbkugel im Südäquatorialstrom ihre Ursache hat.

So gewaltig die Bildung polaren Bodenwassers in der Antarktis ist, so verschwindend ist demgegenüber der Vorgang in der Arktis. Arktisches Bodenwasser ist in den Tiefen der nordhemisphärischen Meere nur in verhältnismässig geringen Beimengungen vorhanden. Im Pazifischen dringen noch in mässigem Umfange über die Schwellen des Ochotskischen Meeres, wie unser Temperaturschnitt lehrt, kalte Wassermassen in den offenen Ozean ein. Im Atlantischen hingegen fehlt dieses Glied der stratosphärischen Zirkulation fast völlig, da hochaufragende Schwellen die kalten Bodenwässer der arktsichen Becken fast gänzlich abriegeln.

3. Tiefenströme.

Die verschiedenartige Entwicklung der polaren Komponenten muss naturgemäss tiefgreifende Unterschiede in der Ausbildung der Tiefenströme zur Folge haben. Die zusammenhängende salzarme Zwischenschicht riegelt im Pazifischen die Stratosphäre nach oben ab. Wenngleich bei der gewaltigen zonalen Ausdehnung des Ozeans erst systematische Beobachtungen abgewartet werden müssen, um endgültiges zu sagen, so besitzt unsere in den Schnitten zum Ausdruck gebrachte Auffassung, nämlich dass Tiefen- und Bodenstrom sich im Salzgehalt so wenig unterscheiden, dass sie in den Grenzen unserer Darstellung als einheitliche Wassermasse erscheinen, ein hohes Mass von Wahrscheinlichkeit. Hiermit im Einklang steht auch das Fehlen einer Temperatur-

Inversion, welche für den atlantischen und indischen Tiefenstrom so bezeichnend ist. Im Vergleich zu diesen ist der pazifische Tiefenstrom sehr kalt, wie sich aus dem Verlauf der 2°- und 3°-Isotherme ergibt.

Die starke Asymmetrie der polaren Komponenten führt im Atlantischen zu einer grossartigen Entwicklung des nach S setzenden Nordatlantischen Tiefenstromes. Im Grenzgebiet der Zwischenströme zwischen 25° und 45° N werden in bedeutendem Ausmasse salzreiche und warme Wassermassen der atlantischen Stratosphäre zugeführt. Diese ausserordentliche Verstärkung des Mischungsvorganges erklärt sich aus dem Zusammenwirken verschiedener Umstände: es fällt das Konvergenzgebiet der beiden Zwischenströme mit dem an und für sich stark ausgeprägten Konvergenzgebiet der Oberflächenströmungen zusammen. Dies gibt Anlass zur Auflösung der Grenzfläche und zu einem Einbruch salzreichen und warmen Wassers bis in grosse Tiefen. Wesentlich wird dieser Vorgang verstärkt durch den salzreichen und warmen Unterstrom, der durch die Strasse von Gibraltar aus dem Mittelmeer in den Atlantischen setzt. Hierdurch ist nun aber ein starker meridionaler Gegensatz der Temperatur und namentlich des Salzgehaltes zwischen dem Südpolargebiet und den nördlichen Subtropen vorhanden. In diesem meridionalen Salzgehaltsgefälle ist die kräftige Entwicklung des Tiefenstromes begründet, der am stärksten zwischen 1600 und 2000 m nach S setzt. Aber auch die schwachen arktischen Glieder erfordern eine Kompensation nach N. Und in der Tat zeigt unser Salzgehaltsschnitt eine schwache Ausbildung eines nach N setzenden Tiefenstromes. Dieser erhöht die Temperatur und den Salzgehalt des nordatlantischen Bodenstromes, der, leichter als der antarktische, sich über den letzteren hinwegschiebt und die unteren Schichten jener mächtigen salzreichen Tiefenschicht speist, die man einheitlich als Tiefenstrom bezeichnet. Auch in der Temperatur ist diese mächtige Wasserversetzung durch eine meridional und vertikal ausgedehnte Inversion gekennzeichnet. Zwischen 40° und 50° S steigt, wie die Theorie es erfordert, der Tiefenstrom an, in 50° S liegt seine Achse in 1000 m Tiefe. Seine letzten Spuren sind im Südpolarmeer in einer etwas wärmeren und salzreicheren Zwischenschicht zu erkennen, welche durch Vermischung mit absinkendem Oberflächenwasser den antarktischen Bodenstrom bildet und seinen relativ hohen Salzgehalt bedingt.

Im Indischen ist naturgemäss nur ein nach S setzender Ast vorhanden. Dieser indische Tiefenstrom liegt zwischen 2000 und 3000 m, besitzt also die halbe vertikale Mächtigkeit des atlantischen und ist durch eine salzreiche Tiefenschicht und eine ausgeprägte Temperaturinversion gekennzeichnet. Südlich von 40° S steigt er wie im Atlantischen

steil auf, um ebenfalls mit seinen Ausläufern in die Antarktis einzudringen. Die ansehnliche Entwicklung des Indischen Tiefenstromes liegt nicht allein in dem Kompensationsbedürfnis der Antarktis begründet, sondern wesentlich ist sie mitbedingt durch die Unterströme, welche aus den salzreichen und warmen Nebenmeeren des Arabischen Golfes, dem Roten Meere und dem Persischen Golfe, troposphärisches Wasser in die indische Kaltwassersphäre ergiessen. Hierdurch werden die Salzgehaltsunterschiede in der Stratosphäre wesentlich verstärkt, und diese Verstärkung muss sich in einer Beschleunigung des stratosphärischen Kreislaufs im Indischen äussern.

IV. Zusammenfassung.

Die meridionale Zirkulation des Weltmeeres gehorcht im Prinzip dem grossen Gesetze, das durch das Schema der allgemeinen Zirkulation (Fig. 4) ausgedrückt ist. Jedoch bestehen namentlich in den beiden stratosphärischen Kreisläufen, dem arktischen und dem antarktischen, tiefgreifende Unterschiede zwischen den drei Ozeanen. Diese Unterschiede liegen in erster Linie begründet in den orographischen und morphologischen Verhältnissen der Ozeane, die zu einer verschiedenartigen, asymmetrischen Entwicklung der polaren Einzugsgebiete führen (Fig. 1). Während im Indischen und Pazifischen Ozean der antarktische Kreislauf im wesentlichen auf die Südhemisphäre beschränkt bleibt, greift er im Atlantischen weit auf die Nordhemisphäre über, sodass die Umkehrpunkte der stratosphärischen Zirkulation hier in etwa 30° N gelegen sind (Fig. 2 u. 3). Sind die Zustandsänderungen an der Oberfläche der Polarmeere die primären Triebkräfte der Kaltwasserzirkulation, so wird sie im Atlantischen und Indischen wesentlich gefördert durch die salzreichen und warmen troposphärischen Wassermassen, welche aus den salzreichen Nebenmeeren bezw. aus den nördlichen subtropischen Konvergenzgebieten in die Stratosphäre eindringen. Im Pazifischen ist die Stratosphäre stärker gegen die Troposphäre abgeriegelt, und es fehlen in ihm die salzreichen Nebenmeere, welche einen Tiefenstrom speisen könnten. Es ist daher anzunehmen, dass die stratosphärische Zirkulation, was ihre meridionalen Komponenten anlangt, am schwächsten im Pazifischen entwickelt ist.

Abgeschlossen 20. Januar 1930

Literaturverzeichnis.

1. Merz, A. und G. Wüst. Die atlantische Vertikalzirkulation. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde, Berlin 1922.
2. Merz, A. Temperaturschichtung und Vertikalzirkulation im Südatlantischen Ozean nach den »Challenger«- und »Gazelle«-Beobachtungen. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde, Berlin 1922.
3. Merz, A. und G. Wüst. Die atlantische Vertikalzirkulation. 3. Beitrag. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde, Berlin 1923.
4. Merz, A. Die Deutsche Atlantische Expedition auf dem Vermessungs- und Forschungsschiff »Meteor«. Sitzber. Preuss. Akad. d. Wiss., Phys.-Math. Kl. XXXI Berlin 1925.
5. Möller, L. Methodisches zu den Vertikalschnitten längs 35,4° S und 30° W im Atlantischen. Veröff. Inst. f. Meereskunde. N. F. Reihe A, Heft 15, Berlin 1926.
6. Wüst, G. Der Ursprung der atlantischen Tiefenwässer. Jubiläums-Sonderbd. d. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde, Berlin 1928.
7. Wüst, G. Schichtung und Tiefenzirkulation des Pazifischen Ozeans auf Grund zweier Längsschnitte. Veröff. Inst. f. Meereskunde. N. F. Reihe A, Heft 20, Berlin 1929.
8. Möller, L. Die Zirkulation des Indischen Ozeans auf Grund von Temperatur- und Salzgehaltstiefenmessungen und Oberflächenstrombeobachtungen. Veröff. Inst. f. Meereskunde. N. F. Reihe A, Heft 21, Berlin 1929.
9. Defant, A. Die systematische Erforschung des Weltmeeres. Jubiläums-Sonderbd. d. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde, Berlin 1928.
10. Defant, A. Dynamische Ozeanographie (Bd. III der Einführung in die Geophysik), Berlin, J. Springer, 1929.
11. Willimzik, M. Die antarktischen Oberflächenströmungen zwischen 50° E und 110° E. Veröff. Inst. f. Meereskunde. N. F. Reihe A, Heft 17.
12. Meinardus, W. Meteorologische Ergebnisse der Deutschen Südpolar-Expedition 1901 bis 1903. Die Seefahrt des »Gauss«. (Deutsche Südpolar-Expedition 1901 bis 1903. III. Bd. Meteorologie I. Bd. I. Hälfte.) Berlin 1923.
13. Schott, G. Die Verteilung des Salzgehaltes im Oberflächenwasser der Ozeane. Ann. d. Hydrogr. u. mar. Met. 1928, Heft V, Berlin 1928.
14. Nansen, Fr. Das Bodenwasser und die Abkühlung des Meeres. Internat. Revue d. gesamten Hydrobiologie u. Hydrographie, Leipzig 1912.
15. Defant, A. Stabile Lagerung ozeanischer Wasserkörper und dazu gehörige Stromsysteme. Veröff. Inst. f. Meereskunde. N. F. Reihe A, Heft 19. Berlin 1929.

Current observations at Horn's Rev, Varne and Smith's Knoll in the years 1922 and 1923.

By

Dr. **A. T. Doodson,**

Liverpool Observatory and Tidal Institute.

During the years 1922 to 1924 observations of currents in the North Sea were made at Horn's Rev, Varne, and Smith's Knoll, by the Jacobsen apparatus, and these were sent to the Tidal Institute for reduction and analysis. The methods of reduction previously used were lengthy and expensive, as graphical methods were recommended; though Dr. JACOBSEN had stated that a numerical process could be designed for the reductions, he does not appear to have published one. At the Tidal Institute graphical methods are not looked upon with much favour, and the process of reduction was arranged for numerical computation. In view of the relative ease and accuracy of this numerical method it is considered desirable to place it on record, while giving the results of the reductions and analyses.

It is sufficient to mention that the Jacobsen apparatus registers the current visually by the movement of a bubble of air on a portion of a spherical surface; the position of this bubble gives a measure of the velocity and direction of the current as affecting the suspended cylinder and the suspending wire. The observations have to be reduced to isolate the effect of the current on the cylindrical float. We shall take Dr. JACOBSEN's experimental data for granted, and simply describe what is required to reduce the observations. We must remark, though, that the numerical method gives exactly the same results as the graphical methods, being in fact the equivalent of that method in the sense that we take two components at right angles, instead of dealing vectorially with the currents. The components in any case are required for subsequent analysis.

Assuming that the observations of direction of movement of the bubble are corrected for magnetic deviation, bearing of ship's head,

etc., and that the results are expressed in components to the true north and true east, let us call these quantities n' and e'; they are readily derived from the amount and corrected direction of deviation of the bubble by the help of simple tables of cosines and sines with deviations 0 to 32, at unit intervals, and angles at intervals of 10° from 0° to 180°, the entries being given to one decimal; thus this table would give, for deviation 13, the values

13.0, 12.8, 12.2 ..... being 13 cos. (0°, 10°, 20°, ...)
0.0, 2.3, 4.4 ..... being 13 sin. (0°, 10°, 20°, ...)

A very compact table is readily made up in manuscript for this purpose.

The results are placed on every third line of a form such as is illustrated in Table I, under n', e', for each depth of 2.5 m., 5 m., 10 m., ... Preferably they should be written in red ink, and they represent the fundamental unreduced observations. The effect of the current on a wire 5 m. long has been given by Dr. Jacobsen in the form of a table of corrections to the deviation of the bubble; the contributions (b_n, b_e) to the total bending of the wire will be computed and placed under n', e' and the cumulative bending effect will be denoted by $\sum b_n$, $\sum b_e$, and will be on the next lower line. Under n, e in the next two columns we shall place the corrected values of the deviations of the bubble, such as would have been obtained with an infinitely thin wire; these are then translated into true velocities N and E by tables obtained experimentally by Dr. Jacobsen. The conversion factors depend upon the shape and size of the cylinder and upon the velocity of the current. Let D be the deviation of the bubble, if the wire is infinitely thin, so that $D = \sqrt{n^2 + e^2}$; let B be the bending amount of the wire actually used, and let V be the true velocity of the current corresponding to D. Then Jacobsen's tables can be expressed as in Table III, of which one advantage is that the quantities B/D, V/D change very slowly with D, so that an exact value of D is not required. Now the quantities B/D, V/D represent the factors to be applied to D to give B and V, and therefore, when applied to the components of D (viz., n and e) they give b_n, b_e (the components of B) and N, E (the components of V), respectively. A simple table of $\sqrt{n^2 + e^2}$ against n vertically and e horizontally (or *vice versa*) should be used for integral values of n and e. Such a table is given in Table II; the use of odd integers horizontally and even integers vertically requires us to interpolate only in the column or in the row; it is immaterial whether the column or the row is used for n, if the other is used for e.

Instructions for computation (see Table I for example).

1) Enter the time of observation, and details of cylinder and weight used, if any.
2) Enter n', e' in red ink on every third line, against the depth.
3) Depth 2.5 metres:—
   a) There has been no cumulative bending effect on the wire, so we copy n' and e' under n and e.
   b) Refer to Table II and compute the approximate value of $D = \sqrt{n^2 + e^2}$; enter the result on the first line under D; obtaining 23 in example.
   c) Refer to Table III under the appropriate cylinder and weight, and take out values of B/D, V/D as given against the computed value of D, enter these under the value of D, obtained in (b), on the second and third lines, obtaining 0.05 and 1.4 in example.
   d) In general $b_n = n \times B/D$, $b_e = e \times B/D$, but for the special depth of 2.5 m. we have to take half these quantities; we enter them in square brackets to remind us of the exception. Thus in Table I we get $n \times B/D = 1.0$ and we enter $[0.5]$ under b_n, $[-0.3]$ under b_e.
   e) In this special depth there is only one contribution to the cumulative bend vector $(\sum b_n, \sum b_e)$ so that we copy b_n, b_e in the third line under $\sum b_n$, $\sum b_e$.
4) Depth 5 metres:—
   a) The value of n' must be corrected for the cumulative amount $\sum b_n$, appearing on the line just above it; therefore subtract $\sum b_n$ from n' and enter under n; thus in Table I we get 25.1—0.5 = 24.6. Similarly obtain e.
   b) As in 3(b), obtaining 29 in example.
   c) As in 3(c), obtaining 0.05 and 1.3 in example.
   d) Multiply n, e by the value of B/D just obtained (0.05 in example) and enter under b_n, b_e on the second line for this depth, obtaining 1.2 and —0.7 in the example.
   e) Add these quantities to the values of $\sum b_n$, $\sum b_e$ given under depth 2.5 m., obtaining $1.2 + 0.5 = 1.7$ and $-0.7 - 0.3 = -1.0$, respectively, in the example.
5) For remaining depths we proceed as under (4). Thus, in the example, depth 10 m., in the first column we subtract 1.7 from 25.7 and enter result 24.0 under n, similarly obtaining e; then $\sqrt{n^2 + e^2}$ gives $D = 28$, whence Table III gives 0.05 and 1.3, entered below D. Multiply 24.0 and —14.2, the values of n, e, by $B/D = 0.05$ and enter under b_n, b_e as 1.2 and —0.7. Add these to the previous values of $\sum b_n$, $\sum b_e$ in

Table I.

Example of reduction of current observations.

Time and Cyl.	Depth	n' b_n Σb_n	e' b_e Σb_e	n	e	D B/D V/D	N	E
	2.5	19.9	—11.5	19.9	—11.5	23	28	—16
		[0.5]	[—0.3]			0.05		
		0.5	—0.3			1.4		
66×33	5	25.1	—14.5	24.6	—14.2	29	32	—18
		1.2	—0.7			0.05		
		1.7	—1.0			1.3		
	10	25.7	—15.4	24.0	—14.4	28	31	—19
		1.2	—0.7			0.05		
		2.9	—1.7			1.3		
	15	27.9	—15.5	25.0	—13.8	29	32	—19
		1.3	—0.7			0.05		
		4.2	—2.4			1.3		
	20	27.4	—16.5	23.2	—14.1	27	30	—18
		1.2	—0.7			0.05		
		5.4	—3.1			1.3		
	25	27.7	—16.0	22.3	—12.9	27	29	—17
		1.1	—0.6			0.05		
		6.5	—3.7			1.3		

the same columns, giving $1.7 + 1.2 = 2.9$ and $-1.0 - 0.7 = -1.7$, respectively. Then proceed with the next depth.

6) Finally, we compute for each depth the values of N, E by multiplying corresponding values of n, e by V/D.

The multiplying factors B/D are so small that mental operations alone are necessary; the computations of N, E are readily performed to sufficient accuracy on a slide rule. After entering the values of n', e' on the sheets the remaining operations can be done in less than 5 minutes.

Analysis of current-components.

The observations of currents were made thrice a day at Varne and at Smith's Knoll, at or about 8 a.m., 2 p.m., and 9 p.m. Each set of observations from surface to bottom occupied about 4 to 6 minutes, and the time of the central observation is stated; there was very little variation in this time from day to day, and for analytical purposes the means of the times were taken for each of the three "series" of observations.

Table II.

To facilitate the computation of

$$D = \sqrt{e^2 + n^2}$$

Take e and n to nearest unit; if one is even and the other odd, take out the value of D direct; if both are even interpolate in the row; if both are odd interpolate in the column.

	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35
0	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35
2	2	4	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35
4	4	5	6	8	10	12	14	16	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35
6	6	7	8	9	11	13	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	35
8	8	9	9	11	12	14	15	17	19	21	23	24	26	28	30	32	34	..
10	10	10	11	12	13	15	16	18	20	22	23	25	27	29	31	33	34	..
12	12	12	13	14	15	16	18	19	21	23	24	26	28	30	31	33	35	..
14	14	14	15	16	17	18	19	21	22	24	25	27	29	31	32	34	..	..
16	16	16	17	17	18	19	21	22	23	25	26	28	30	32	33	35	..	..
18	18	18	19	19	20	21	22	23	25	26	28	29	31	33	34	..	..	..
20	20	20	21	21	22	23	24	25	26	28	29	31	32	34	35	..	..	..
22	22	22	23	23	24	25	26	27	28	29	30	32	33	35	..	..	..	..
24	24	24	24	25	26	26	27	28	29	31	32	33	35	..	..	..	..	..
26	26	26	26	27	28	28	29	30	31	32	33	35	..	..	..	..	..	..
28	28	28	28	29	29	30	31	32	33	34	35	..	..	..	..	..	..	..
30	30	30	30	31	31	32	33	34	35	..	..	..	..	..	..	..	..	..
32	32	32	32	33	33	34	35	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
34	34	34	34	35	35	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

The observations for a single "series" were set out in 12 columns of 29 days each, certain days being ignored as in the author's method of analysing tidal observations[1]), and gaps in the series were interpolated both down and across the columns. A considerable amount of interpolation was necessary, but experiment showed that no other method of analysis without this interpolation could give equally satisfactory results. The observations were combined as in the paper referred to. It is not considered necessary to describe the special modification of

[1]) "The Analysis of Tidal Observations", Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A, vol. 227, pp. 223—279.

Table III.

Conversion factors for use with the Jacobsen meter.
D = Deviation of bubble. B = Correction to be applied for the bending of the wire. V = Velocity of current corresponding to corrected deviation.

Cylinder Weight	90×28 none		50×20 none		66×33 none	
D	B/D	V/D	B/D	V/D	B/D	V/D
1	0.03	9.0	0.08	15.0	0.02	4.0
2	„	7.5	„	12.0	„	3.0
3	„	6.3	„	10.0	„	2.3
4	„	5.8	„	9.2	„	2.2
5	„	5.2	„	8.6	0.03	2.2
6	„	4.8	0.10	8.0	„	2.1
7	„	4.6	„	7.6	„	2.0
8	„	4.3	„	7.4	„	2.0
9	„	4.1	„	7.0	„	1.9
10	0.04	3.9	0.11	6.7	0.04	1.9
11	„	3.8	„	6.5	„	1.8
12	„	3.7	0.12	6.3	„	1.7
13	„	3.5	„	6.2	„	1.6
14	„	3.5	„	6.0	„	1.6
15	„	3.4	„	5.9	„	1.6
16	„	3.3	„	5.8	„	1.6
17	„	3.2	0.13	5.6	„	1.5
18	„	3.2	„	5.5	„	1.5
19	„	3.1	„	5.4	„	1.5
20	0.05	3.0	„	5.3	0.05	1.5
21	„	3.0	„	5.1	„	1.5
22	„	2.9	„	5.0	„	1.5
23	„	2.9	„	5.0	„	1.4
24	„	2.8	„	4.8	„	1.4
25	„	2.7	„	4.7	„	1.4
26	„	2.7	„	4.7	„	1.3
27	„	2.7	„	4.6	„	1.3
28	„	2.7	„	4.4	„	1.3
29	„	2.6	„	4.3	„	1.3
30	„	2.6	„	4.2	„	1.3

the general methods in detail, but for the easterly components E for each series we deduced quantities

E_{00}, magnifying chiefly the constitutent S_2 and the residual current S_0;
E_{01}, E_{0a} magnifying chiefly the constituents K_1, P_1, T_2, and S_a;
E_{02}, E_{0b} — — — — K_2 and S_{sa};
E_{20}, E_{b0} — — — — M_2, MS_4, and $2\,SM_2$;
E_{21}, E_{b1}, E_{ba}, E_{2a} magnifying chiefly the constituent O_1.

Table IVa.

Currents at Horn's Rev — 55°34′ N. 7°20′ E.
Central days for analyses:— August 1st, 1922, and May 1st, 1923.

	Depth m.	S_o	S_a		S_{sa}		K_1		P_1		O_1		S_2		M_2		MS_4	
		H	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$
				°		°		°		°		°		°		°		°
	2.5	—0.9	1.6	97	1.7	146	2.6	321	0.7	317	2.0	133	5.4	325	18.8	265	2.0	146
	5	—3.2	1.6	118	2.0	97	2.4	310	0.7	334	2.3	135	6.1	330	23.5	265	2.6	149
E	10	—3.7	1.8	136	2.2	60	2.5	298	0.7	333	2.2	139	5.9	328	23.8	267	2.5	165
1922	15	—2.9	1.4	142	2.3	65	2.0	308	0.6	329	3.0	158	5.6	330	22.4	268	2.4	184
	20	—2.3	2.1	131	3.3	51	2.5	319	0.6	300	3.5	156	5.0	331	19.7	272	2.3	181
	25	—1.7	2.7	123	2.8	44	3.0	313	0.1	262	3.3	152	4.6	334	17.2	275	2.1	185
	2.5	6.8	3.6	306	4.8	227	4.0	103	1.4	103	4.3	289	5.8	157	25.2	95	1.2	247
	5	7.7	3.3	300	5.9	225	4.5	101	1.2	99	4.4	286	6.7	159	27.1	95	0.9	266
N	10	7.8	4.1	299	5.8	223	4.7	95	2.0	103	4.7	289	7.0	162	27.9	95	0.8	310
1922	15	7.2	3.9	299	5.7	217	4.7	97	1.2	103	5.0	283	7.0	162	27.3	92	0.9	340
	20	6.6	3.8	303	5.2	216	4.5	92	1.6	103	4.5	289	6.7	159	26.4	88	0.6	354
	25	6.2	3.4	303	5.4	216	3.7	91	1.4	111	4.5	289	6.1	158	24.7	84	0.4	35
	2.5	—2.3	5.9	162	3.2	135	1.2	306	0.6	314	0.4	142	4.0	342	18.6	263	0.5	149
	5	—4.5	4.0	160	3.4	132	1.7	288	1.0	335	1.8	134	5.5	344	22.2	264	0.6	147
E	10	—5.0	2.3	150	2.3	115	1.9	309	0.7	323	1.8	155	4.9	345	23.1	266	1.3	162
1923	15	—4.3	1.4	144	2.1	98	1.5	294	0.7	304	2.4	159	4.6	344	20.6	265	0.5	229
	20	—3.2	1.3	109	1.7	50	2.0	306	0.7	309	2.4	153	3.7	338	18.8	268	0.7	209
	25	—2.9	1.5	95	1.7	37	2.1	303	1.0	307	2.7	149	3.3	343	17.0	271	1.0	199
	2.5	10.7	2.1	299	4.0	309	3.5	93	1.2	97	4.1	278	4.7	181	24.6	97	0.7	112
	5	11.4	1.9	277	3.3	300	4.0	95	1.2	98	4.2	274	5.0	183	26.6	92	0.2	200
N	10	11.0	1.7	248	2.8	276	3.8	85	1.9	95	5.4	276	4.3	178	27.4	91	0.4	202
1923	15	9.8	2.8	224	2.4	247	4.1	89	1.4	95	5.4	283	4.4	174	26.8	88	0.1	58
	20	8.5	3.5	217	2.5	241	4.1	87	1.2	100	5.0	287	4.2	168	25.8	84	0.4	204
	25	8.0	3.9	215	2.4	223	4.0	90	1.2	74	4.6	281	3.8	161	23.7	80	0.5	220

Here E_2 is the result of applying "daily multipliers" (d_2) to the 29 values in a month, and E_{21} is the result of applying "monthly multipliers" (m_1) to the 12 values of E_2. Thus, the notation for the suffixes is similar to that of the paper quoted, but the effects of the operations on constitutents of unit amplitudes had to be evaluated specially for this work, though all the necessary data are to be found in the paper referred to. The true values of E_{00}, etc. obtained from the three series were then combined to isolate the constituents required. Similar operations were carried out with the north-components.

Table IVb.

Currents at Varne — 50°56′ N. 1°17′ E.

Central days for analyses:— August 1st, 1922, and August 1st, 1923.

	Depth m.	S_0	S_a		S_{sa}		K_1		P_1		O_1		S_2		M_2		MS_4	
		H	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$
				°		°		°		°		°		°		°		°
	2.5	—3.8	0.8	94	2.0	299	6.5	223	3.0	228	9.0	86	14.0	70	41.8	13	5.2	254
	5	—4.7	2.0	70	3.4	310	7.8	220	3.4	221	8.2	88	14.6	67	43.6	13	5.5	253
E	10	—5.2	2.6	65	2.9	305	7.5	219	3.0	250	6.9	70	14.1	64	41.7	13	4.3	264
1922	15	—4.4	1.7	47	3.0	281	6.9	212	2.2	234	5.2	92	14.1	77	40.8	14	5.2	251
	20	—4.5	2.7	84	2.5	314	7.6	219	2.6	216	6.6	101	12.7	76	38.1	14	5.2	255
	25	—5.4	3.7	104	1.7	30	7.8	216	3.6	235	6.3	72	12.9	77	36.5	14	5.5	236
	2.5	9.7	1.6	260	1.8	306	4.5	240	3.8	143	8.2	91	19.2	18	60.3	355	0.3	104
	5	10.0	0.5	342	1.8	272	5.9	210	3.0	157	8.0	89	20.0	50	63.6	354	0.8	342
N	10	9.4	0.9	239	2.0	293	4.5	211	3.1	154	8.8	85	19.0	47	63.2	352	1.6	189
1922	15	9.6	1.0	170	1.7	319	5.7	223	2.4	165	7.8	69	18.3	46	61.6	353	0.8	143
	20	9.1	0.3	159	3.5	312	5.6	203	2.2	194	7.0	85	17.7	50	60.5	354	0.6	128
	25	9.0	1.2	90	3.9	308	6.0	209	2.2	206	8.6	79	17.1	48	57.0	354	1.8	99
	2.5	2.4	5.0	186	2.0	217	5.7	212	2.4	179	6.3	34	16.0	34	49.3	358	1.5	33
	5	3.5	5.0	198	3.5	224	6.3	207	2.3	183	6.4	33	15.9	38	50.3	0	0.1	45
E	10	2.2	3.9	200	3.1	227	5.2	203	1.5	199	5.7	36	13.2	48	45.7	0	1.2	220
1923	15	3.0	4.6	203	2.5	208	4.4	198	2.0	162	4.2	27	13.2	44	42.6	2	1.2	231
	20	2.9	3.4	213	2.9	206	4.1	193	1.9	152	4.0	348	13.9	48	40.4	1	1.4	164
	25	3.0	3.9	204	2.0	192	3.4	213	2.1	144	2.2	35	15.0	26	39.8	1	0.4	255
	2.5	6.6	4.3	350	3.7	300	4.9	214	5.6	185	2.3	2	23.6	23	66.6	343	1.6	118
	5	7.2	4.2	349	4.7	313	3.5	204	4.2	187	3.3	7	24.2	23	69.0	343	0.6	196
N	10	7.2	3.6	347	4.1	306	3.1	206	3.5	170	4.0	12	22.4	25	68.0	342	0.9	213
1923	15	6.8	3.8	340	3.7	310	4.2	190	3.8	157	3.6	11	20.4	25	64.8	342	1.5	181
	20	6.1	2.9	335	2.8	317	3.6	204	4.0	145	4.0	14	20.1	21	62.4	342	2.1	161
	25	5.5	3.0	349	1.2	303	2.9	196	3.5	151	4.1	17	20.9	17	59.2	342	3.1	220

The constituent M_4 could have been obtained by evaluating quantities E_{40}, E_{d0}, N_{40}, N_{d0}, but it was considered that MS_4 would sufficiently represent the characteristics of the quarterdiurnal tides.

For Horn's Rev, the observations at 2.5 m. were commenced on the average, at 3.35, 7.35, 11.35, a.m. and p.m., in time one hour fast on Greenwich, and the bottom observations were made on the average at 3.52, 7.52, 11.52, a.m. and p.m. There was very little interpolation necessary with these observations.

The resulting harmonic constants are given in Table IV a, b, c for

Table IVc.

Currents at Smith's Knoll — 52°44′ N. 2°15′ E.
Central days for analyses:— August 1st, 1922, and August 1st, 1923.

	Depth m.	S_0	S_a		S_{sa}		K_1		P_1		O_1		S_2		M_2		MS_4	
		H	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$	H	$\varkappa$
				°		°		°		°		°		°		°		°
	2.5	13.3	3.6	239	4.7	181	2.1	355	2.2	63	4.4	162	8.0	204	17.6	202	0.6	112
	5	12.2	2.0	215	3.3	158	1.4	320	1.6	58	1.7	113	6.1	236	19.0	198	2.0	117
E	10	9.9	3.0	192	1.9	135	1.2	317	1.2	45	2.8	100	5.4	256	18.5	201	2.1	107
1922	15	8.3	2.6	171	1.2	130	2.1	309	1.0	126	2.7	101	4.6	246	17.1	195	1.8	65
	20	6.1	1.6	212	2.1	226	0.9	357	0.3	239	3.6	147	5.6	283	11.7	191	0.9	42
	25	5.7	0.6	209	1.6	60	0.3	333	2.6	241	1.3	304	3.4	244	10.7	195	2.1	58
	30	3.7	1.1	118	0.5	323	0.9	353	2.0	248	0.8	210	3.3	287	9.0	185	3.1	79
	2.5	—3.2	2.4	81	3.1	181	8.0	136	1.9	82	10.2	356	26.1	117	91.3	81	0.7	243
	5	—3.8	4.0	67	1.2	151	8.8	136	0.6	95	10.5	347	28.6	117	99.0	81	1.3	77
N	10	—4.5	3.2	62	0.3	79	7.9	135	1.0	38	6.9	337	26.4	118	95.9	81	1.4	53
1922	15	—5.3	2.0	58	0.7	104	7.3	127	2.3	84	6.4	354	23.2	115	91.6	80	0.8	49
	20	—5.8	2.6	76	1.0	331	7.0	136	2.1	93	5.5	7	21.6	111	85.6	79	1.9	93
	25	—5.0	3.7	44	0.4	266	6.3	143	0.7	96	5.0	333	21.0	114	80.2	80	3.4	98
	30	—5.1	3.7	42	2.5	325	6.0	143	1.1	58	4.6	16	20.2	114	71.8	78	3.9	122
	2.5	11.2	6.5	151	3.0	135	1.1	268	0.3	311	3.0	226	5.6	219	18.6	221	2.4	181
	5	10.8	4.1	143	3.0	146	2.0	315	0.9	114	2.5	258	5.0	255	19.7	211	3.1	167
E	10	10.0	2.9	130	2.6	127	1.4	310	1.2	165	2.8	217	4.4	254	17.3	217	1.9	124
1923	15	7.8	2.6	140	1.9	127	1.9	303	1.4	125	3.0	265	5.4	211	16.7	212	2.0	112
	20	6.0	0.8	65	1.3	217	1.8	315	1.8	138	1.9	184	4.1	262	13.4	220	2.9	100
	25	6.9	0.8	52	0.5	151	0.3	69	0.9	109	1.2	32	5.3	200	13.1	209	5.2	91
	30	5.6	1.9	339	0.7	183	0.9	39	2.2	150	4.4	46	5.0	209	12.7	214	3.7	69
	2.5	3.2	2.5	119	0.9	8	5.7	157	2.2	54	1.8	300	31.5	130	87.5	79	3.3	121
	5	0.6	2.0	70	2.2	254	6.9	155	1.0	61	5.3	292	32.1	127	98.0	79	2.0	117
N	10	—0.6	2.4	60	1.6	247	7.1	148	0.8	131	3.5	291	29.3	125	94.1	79	0.9	119
1923	15	—0.9	2.7	8	1.3	279	6.8	131	1.8	69	3.9	286	30.2	129	90.1	78	0.8	90
	20	—1.9	2.8	335	1.5	239	6.8	130	1.6	101	3.3	307	24.9	123	85.0	78	2.1	36
	25	—1.9	2.7	0	0.8	238	6.5	137	0.9	99	2.0	341	24.1	123	78.8	77	2.5	85
	30	—1.4	2.5	350	1.1	287	6.7	143	0.2	143	2.7	314	22.2	125	70.3	76	1.7	69

the years 1922 and 1923. The central day of the observations is given in each case. Owing to a shortage of observations, for some reason or other, it was necessary to have a short overlap in the two "years" for Horn's Rev. H is given in cms. per sec.

The elliptical components for M_2 are tabulated in Table V. The

Table V.

M_2— ellipses at Horn's Rev, Varne, and Smith's Knoll.

Depth	Horn's Rev, 1922				Horn's Rev, 1923			
	Direction of Flood	u	v	$\varkappa$	Direction of Flood	u	v	$\varkappa$
2.5	N. 53° W.	31.4	—2.7	91°	N. 53° W.	30.7	—3.7	92°
5	N. 49° W.	35.8	—3.1	91°	N. 50° W.	34.5	—2.4	89°
10	N. 50° W.	36.7	—2.5	92°	N. 50° W.	35.8	—1.5	89°
15	N. 51° W.	35.3	—1.2	90°	N. 52° W.	33.8	—0.9	87°
20	N. 53° W.	33.0	1.1	89°	N. 54° W.	31.9	1.1	85°
25	N. 55° W.	30.0	2.7	88°	N. 54° W.	29.1	2.6	84°
Depth	Varne, 1922				Varne, 1923			
	Direction of Flood	u	v	$\varkappa$	Direction of Flood	u	v	$\varkappa$
2.5	N. 34° E.	72.9	—10.7	1°	N. 36° E.	82.4	—10.3	348°
5	N. 34° E.	76.3	—11.9	0°	N. 36° E.	84.6	—12.0	349°
10	N. 33° E.	74.6	—12.6	358°	N. 33° E.	81.1	—11.8	348°
15	N. 33° E.	72.9	—12.3	359°	N. 33° E.	76.6	—12.3	348°
20	N. 32° E.	70.6	—11.2	0°	N. 32° E.	73.4	—11.1	347°
25	N. 32° E.	67.0	—10.6	0°	N. 33° E.	70.6	—10.9	348°
Depth	Smith's Knoll, 1922				Smith's Knoll, 1923			
	Direction of Flood	u	v	$\varkappa$	Direction of Flood	u	v	$\varkappa$
2.5	S. 06° E.	91.8	—15.0	260°	S. 10° E.	88.7	—11.3	258°
5	S. 05° E.	99.4	—16.8	260°	S. 08° E.	98.9	—14.4	258°
10	S. 06° E.	96.4	—15.9	260°	S. 08° E.	95.0	—11.5	258°
15	S. 05° E.	91.9	—15.4	259°	S. 08° E.	91.0	—12.0	257°
20	S. 03° E.	85.7	—10.8	259°	S. 07° E.	85.7	—8.2	257°
25	S. 03° E.	80.3	—9.7	260°	S. 06° E.	79.3	—9.7	256°
30	S. 02° E.	71.9	—8.6	258°	S. 08° E.	70.9	—8.4	255°

The flood is defined as that maximum current which occurs within a quarter-period of high water, either before or after, or else exactly a quarter period before high water.

direction of the "flood" is given according to a definite rule. These elliptical components may be compared with those obtained in the

years 1911, 1912, 1913 from fortnightly sets of observations[1]); the mean current (from top to bottom) is given below for comparison:—

Place	Year	Direction of flood	u	v	$\varkappa$
Horn's Rev	1911	N. 25° W.	38.9	—3.9	115
	1912	N. 42° W.	33.8	—0.5	73
	1913	N. 31° W.	38.7	—0.4	91
Varne	1911	N. 46° E.	95.1	—14.3	348
	1912	N. 44° E.	86.2	—6.7	336
	1913	N. 20° E.	79.7	—10.8	358
Smith's Knoll	1911	S. 26° E.	70.0	—6.6	254
	1912	S. 10° E.	89.5	—7.4	251
	1913	S. 4° E.	84.9	—11.3	253

The component u is given in the direction of the flood, and the component v is given in the direction 90° in advance of the flood in the mathematical sense (that is, in a counter-clockwise direction). The negative sign to v therefore indicates clockwise rotation.

On the whole the agreement between the new results and the averages for the three years 1911—1914 is quite good. The change in sign of rotation of the current at a depth of 15 to 20 metres at Horn's Rev is shown by all the analyses. There are fairly large differences in the degree of variation of H and $\varkappa$ with depth, but this was to be expected.

The "residual current" as given by S_0 is considerably different from that obtained for the years 1911—1914, but a fortnight's observations could not be expected to yield accurate values. The agreement between the annual and semiannual components of current for the two years 1922 and 1923 is not very good.

In conclusion, the difficulties attending the taking of observations of currents at all depths are so great that no other sets of observations comparable in length with these have been available for scientific purposes, and it is likely that the present results will form for many years a basis for scientific investigations of the dynamics of currents in open seas. A beginning has already been made, and valuable results have been published by Dr. S. F. Grace in a paper on "Internal Friction in certain Tidal Currents", published in the Proceedings of the Royal Society of London, Series A., Vol. 124, 1929.

[1]) "Bulletin Hydrographique", 1911—12, 1912—13, 1913—14.

Die Alterszusammensetzung des Schollenbestandes der südöstlichen Nordsee im Jahre 1929.

Von

A. Bückmann, Helgoland.

Der Umfang der Altersuntersuchungen an Schollen der Deutschen Bucht und angrenzender Gebiete wurde in diesem Jahre wiederum gegen das Vorjahr vergrössert. Auf einer Poseidonfahrt im Mai 1929 wurden zwischen Haaks Feuerschiff und der norwegischen Rinne, dem Austerngrund und den Schlickbänken an 53 Stationen Proben genommen, wobei das Alter bei 16034 von 33500 gefangenen Schollen sicher bestimmt wurde. Ausserdem wurden Altersproben wie in früheren Jahren genommen bei Helgoland im Juli—August (2523 Statolithen) und September (2529 Statolithen), auf dem Norderneyschnitt im September (2182 Statolithen), sowie ergänzend im Juli (789 Statolithen). Der Heverschnitt wurde in diesem Jahr nicht nur im Februar (1398 Statolithen), sondern, um die Einwirkung des aussergewöhnlich strengen Winters auf die Verbreitung der Schollen zu untersuchen, auch Ende März (2553 Statolithen) und noch einmal im September befischt (2616 Statolithen). Insgesamt wurde also das Alter von 30624 Schollen sicher bestimmt.

Einen recht guten Ueberblick über Verteilung und Zusammensetzung des Schollenbestandes gewährte die Maifahrt des Poseidon. Durchgehends wurde auf jeder Station ein Zug mit der grossen Kurre (von 38 m Kopftau- und 45 m Grundtaulänge und mit 8 cm-Steertmaschen) ausgeführt. Bei dem einen der verwendeten Steerte schrumpfte das Garn beim Gebrauch stark ein, sodass dies Gerät einen etwas grösseren Teil der kleinsten Schollen zurückgehalten haben mag als das andere. Doch ist nicht anzunehmen, dass die Zusammensetzung der Fänge dadurch entscheidend beeinflusst worden ist.

Von den Fängen, die zu gross waren, um ganz auf Alter untersucht

zu werden, wurde eine möglichst repräsentative Probe nach dem in Band II Nr. 1 dieser Zeitschrift beschriebenen Verfahren genommen. Die Uebereinstimmung des Geschlechtsverhältnisses und der mittleren Länge jedes Geschlechts in Probe und ganzem Fange wurde geprüft und durchaus befriedigend befunden. Für das Geschlechtsverhältnis wie die mittlere Länge wurden die Differenzen zwischen Probe und ganzem Fang bei einer Anzahl von Fängen mit dem Standardfehler der Differenz verglichen. Die Differenzen waren meist kleiner als der Fehler und übertrafen den zweifachen Fehler nur in einem von 17 Fällen. — Die Zusammensetzung des Gesamtfanges wurde aus der Probe durch Multiplikation mit einer Verhältniszahl errechnet.

Es wurden befischt in der Deutschen Bucht der Hever-Schnitt, der Amrum Bank-Schnitt und der Lister Tief-Schnitt (je 6 Stationen) sowie eine Station auf dem Graa-Dyb-Schnitt, der Norderney-Schnitt (6 Stationen) und eine Station des Borkum-Schnittes. Vor der westfriesischen Küste wurde je ein Schnitt von Ameland in NW. Richtung und einer bei Terschelling Bank-Feuerschiff in nördlicher Richtung gemacht (je 5 Stationen, da der küstennächste Fang innerhalb der 10 m Linie wegen des holländischen Hoheitsgebiets fehlt). Ergänzend wurde ein Fang bei Haaks Feuerschiff gemacht. Nördlich von Horns Riff an der jütischen Küste liegt querab Ringkjøbing ein Schnitt von nur 3 Stationen, querab Bovbjerg einer mit 2 Stationen und von Hanstholm in nördlicher Richtung in die norwegische Rinne hinein einer mit 5 Stationen. Tab. 1a zeigt die Alterszusammensetzung der Fänge auf allen Stationen.

Die Tiefenverbreitung der Schollen in der Deutschen Bucht ähnelt sehr der im Mai 1924 festgestellten (s. Heincke und Mielck in: Ber. Deutsch. wiss. Komm. f. Meeresforsch. N. F. *2*, 1, 1925). Nahe der Küste bis in eine Tiefe von 20 m vor der nordfriesischen, etwa 25 m vor der ostfriesischen Küste wurden grosse Fänge junger Schollen gemacht, über 1000 bis zu mehreren Tausend Stück je Fangstunde. In dem tieferen Gebiet wurden nach Ueberschreitung einer sehr scharf gezogenen Grenze nur noch einige Dutzend bis wenige Stück hier meist grösserer Schollen gefangen. Auch querab Ringkjøbing wurde ein grösserer Fang nur innerhalb der 20 m Grenze gemacht, obwohl diese hier sehr nahe an der Küste entlang verläuft. Bei Bovbjerg und Hanstholm wurden auch unmittelbar ausserhalb der Territorialzone nur noch wenige Schollen gefangen. Hier können also solche Mengen von Jungschollen wie in der Deutschen Bucht schwerlich mehr vorhanden sein. Auf dem Ameland-Schnitt liegt der letzte »grosse« Fang auf 28 m, der erste »kleine« auf 31 m, und auf dem Terschelling-Bank-Schnitt, dessen Fänge alle kleiner waren als die in der Deutschen Bucht, ging der Ertrag erst in einer Tiefe

von 37 bis 39 m auf 37 Stück zurück. Im westfriesischen Gebiet schiebt sich also die Zone der grösseren Fänge weiter seewärts vor als in der Deutschen Bucht, und zwar bis zu einer Tiefenstufe, die dort erst im September erreicht wird.

Tabelle 1a.

Zusammensetzung der Einzelfänge aus Altersgruppen Mai 1929.

Altersgruppe				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII +	Gesamt-Fang	Davon sichere Altersbest.
Gebiet Schnitt	Fang	J.No.	Tiefe m	1928	1927	1926	1925	1924	1923	1922	1921 —		
Haaks F.schiff	1	351	28—29	40	746	253	66	26	3	3	..	1138	652
Terschelling Bk.	1	384	18—17	30	330	86	53	23	10	16	8	560	556
	2	376	28	24	380	186	97	33	6	10	7	747	743
	3	397	33—34	1	66	85	41	19	3	2	2	220	219
	4	332	39—37	..	1	7	8	13	5	3	..	37	37
	5	322	42	..	..	3	3	1	1	5	1	14	14
Ameland	1	276	16—24	856	785	163	44	19	4	9	3	1883	653
	2	284	28	184	1070	179	30	11	..	5	3	1482	539
	3	300	31—30	2	15	7	8	1	..	2	..	35	35
	4	310	36—38	..	1	3	4	4	2	6	1	21	21
	5	315	43—42	..	..	3	2	1	4	4	..	14	14
Borkum	1	241	26	40	677	354	113	39	14	20	32	1289	666
Norderney	1	210	10—9	532	744	202	28	5	..	2	..	1513	643
	2	220	20—18	375	1087	553	155	45	4	4	8	2231	589
	3	231	23—24	125	1204	692	253	84	11	13	5	2387	914
	4	197	26—24	55	303	484	321	79	37	55	8	1343	802
	5	198	27—28	..	..	2	..	..	..	1	2	5	5
	6	455	38—36	..	..	..	1	1	..	1	4	7	7
Hever	1	24	10—12	220	494	381	147	43	7	2	3	1297	636
	2	11	18	71	500	1102	900	263	132	118	21	3106	1181
	3	2	19—20	1	..	9	15	9	12	21	8	77	75
	4	32	23—24	..	2	4	5	5	1	9	1	27	27
	5	35	27	..	2	3	10	6	4	10	1	36	36
	6	44	38—40	..	..	..	..	1	1	2	..	4	4
Amrum Bank	1	58	11—9	33	501	330	299	53	10	17	..	1242	643
	2	70	16—14	8	127	290	561	214	117	125	22	1466	664
	3	53	23	23	84	326	779	340	202	291	40	2085	889
	4	79	19—21	1	2	17	36	7	13	14	1	91	91
	5	94	25—24	..	..	..	2	..	1	1	4	8	8
	6	101	40	..	..	2	..	1	1	1	..	5	5

Tabelle 1a (fortgesetzt).

Gebiet Schnitt	Fang	J.No.	Tiefe m	Altersgruppe I 1928	II 1927	III 1926	IV 1925	V 1924	VI 1923	VII 1922	VIII + 1921 —	Gesamt-Fang	Davon sichere Altersbest.
Lister Tief	1	170	10	57	552	121	88	13	3	1	..	835	513
	2	143	14—16	108	714	232	278	35	6	8	..	1381	719
	3	135	19—18	20	217	289	1135	211	81	124	2	2079	1054
	4	132	20—21	1	..	1	1	..	1	..	..	4	7
	5	116	27	..	..	..	8	8	12	..	..	28	7
	6	114	42	..	..	..	3	1	..	..	..	5	4
Graa-Dyb	1	178	17—19	97	1197	606	1581	137	42	54	..	3714	1152
Ringkjø-bing	1	473	17	4	365	134	555	31	3	1	..	1095	1093
	2	482	25—27	1	8	1	4	..	..	..	..	14	14
	3	495	30—31	..	1	..	2	..	..	..	..	3	3
Bovbjerg	1	503	17—20	..	10	3	2	..	..	..	..	15	15
	2	513	31	..	2	..	3	..	..	..	..	5	5
Hanst-holm	1	528	18—21	1	27	2	..	..	..	..	..	30	30
	2	536	25	..	..	1	1	..	..	..	..	2	2
	3	544	54—55	..	3	2	4	..	..	..	..	9	9
	4	552	95	..	..	..	1	1	..	..	..	2	2
	5	560	185-157	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Austern-grund bis Helgo-land	1	400	46	..	..	..	3	1	6	7	2	19	19
	2	408	44	..	1	1	3	..	3	2	..	10	10
	3	421	43	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	4	436	40	..	..	..	1	..	2	..	..	3	3
	5	439	39—38	..	..	..	1	1	..	1	..	3	3
	6	447	37	..	..	..	..	1	..	..	1	2	2

In Tabelle 1b und Fig. 1 wurde nun das Material von Altersbestimmungen, um der erwähnten verschiedenen Verbreitung der Schollen und der Verteilung der Stationen auf den Schnitten Rechnung zu tragen, nach drei Tiefenstufen gruppiert, 0—10 m (in einem Falle 11 m) 10—20 m, 20—30 m. (Die ausserhalb der 30 m Linie gelegenen kleinen Fänge wurden nicht berücksichtigt. Sie haben auf die Alterszusammensetzung des Gesamtmaterials nur einen minimalen Einfluss. Auch kommt der Schollenbestand des tieferen Gebiets für die Beurteilung der Zusammensetzung des Jungschollenbestandes um diese Jahreszeit kaum infrage). — Es wurde nun der Fang pro Stunde für jede Altersgruppe, für jeden Schnitt und für jede der drei Tiefenstufen berechnet.

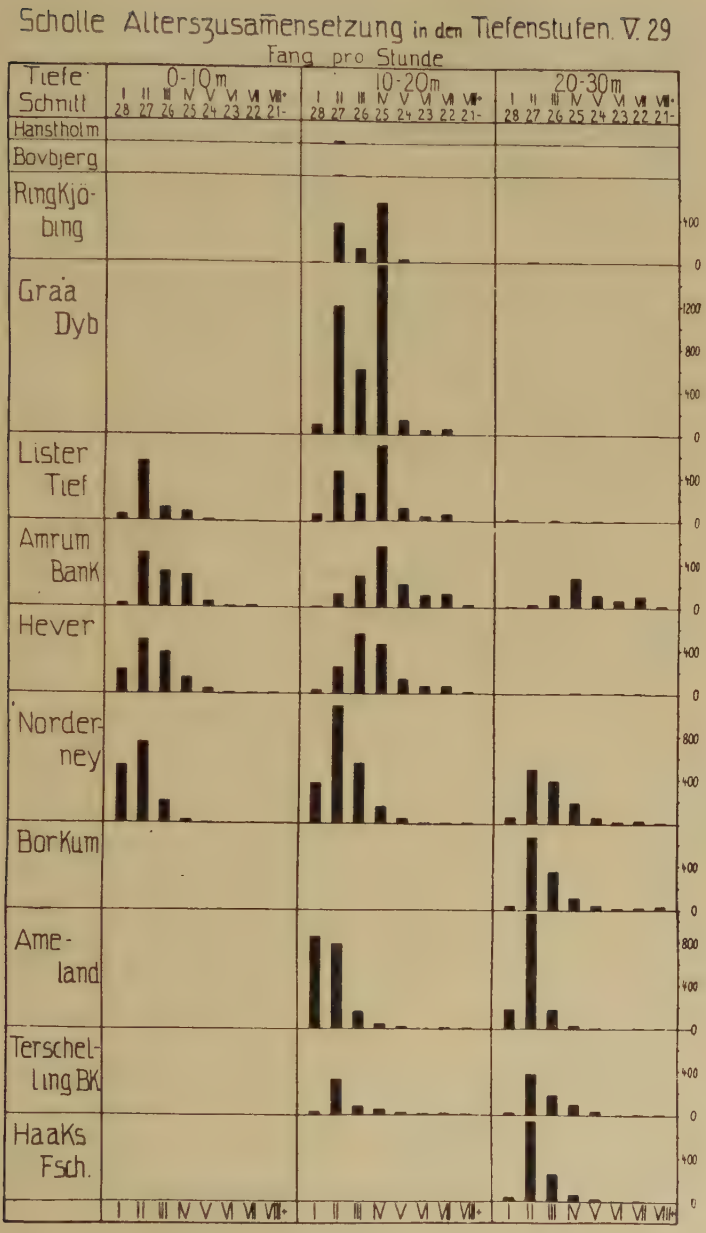


Fig. 1. Alterszusammensetzung der Schollen in der südöstlichen Nordsee in den einzelnen Tiefenstufen (0—10, 10—20, 20—30 m). Fang pro Stunde der grossen Kurre des »Poseidon«, Mai 1929.

1) Tiefenstufe 0—10 m. — Auf den 4 Schnitten in der Deutschen Bucht liegt hier je ein Fang. Bei allen liegt der Gipfel der Altersvariation bei der II-Gruppe (Jahrgang 1927). Während aber auf dem Lister-Tief-Schnitt diese Gruppe allein in nennenswerter Menge gefangen ist, wird ihre Häufigkeit auf dem Norderney-Schnitt von der I-Gruppe (1928), auf dem Hever-Schnitt von der III-Gruppe (1926), auf dem Amrum Bank-Schnitt von der III- und IV-Gruppe (1926 und 1925) fast erreicht.

Tabelle 1b.

Stundenfang an Schollen jeder Altersgruppe in 3 Tiefenstufen und auf jedem Schnitt. Mai 1929.
Grosse Kurre des »Poseidon«.

Altersgruppe.. Geburtsjahr...	I 1928	II 1927	III 1926	IV 1925	V 1924	VI 1923	VII 1922	VIII+ 1921—	Zus.	Zahl der Fänge
Schnitt:	1. Tiefenstufe 0—10 m.									
Norderney	532	744	202	28	5	..	2	..	1513	1
Hever.....	220	494	381	147	43	7	2	3	1297	1
Amrum Bank...	33	501	330	299	53	10	17	..	1242	1
Lister Tief.....	57	552	121	88	13	3	1	..	835	1
	2. Tiefenstufe 10—20 m.									
Terschelling Bk..	30	330	86	53	23	10	16	8	560	1
Ameland	856	785	163	44	19	4	9	3	1883	1
Norderney	375	1087	553	155	45	4	4	8	2231	1
Hever.....	36	250	555	458	136	72	69	15	1591	2
Amrum Bank...	8	127	290	561	214	117	125	22	1466	1
Lister Tief.....	64	465	261	706	123	44	66	1	1730	2
Graa-Dyb.....	97	1197	606	1581	137	42	54	..	3714	1
Ringkjøbing	4	365	134	555	31	3	1	..	1095	1
Bovbjerg	..	10	3	2	..	..	..	..	15	1
Hanstholm.....	1	27	2	..	..	..	..	..	30	1
	3. Tiefenstufe 20—30 m.									
Haaks Feuersch..	40	746	253	66	26	3	3	..	1138	1
Terschelling Bk..	24	380	186	97	33	6	10	7	747	1
Ameland	184	1070	179	30	11	..	5	3	1482	1
Borkum	40	677	354	113	39	14	20	32	1289	1
Norderney	60	502	393	194	54	16	23	5	1247	3
Hever.....	..	2	3	8	5	3	9	1	31	2
Amrum Bank...	8	29	114	272	116	72	102	15	728	3
Lister Tief.....	1	..	1	5	4	6	..	..	17	2
Ringkjøbing	1	8	1	4	..	..	..	..	14	1
Hanstholm.....	1	..	..	1	1	..	..	..	2	1

Die I-Gruppe (1928) ist auch auf dem Hever-Schnitt noch einigermassen gut vertreten.

2) Tiefenstufe 10—20 m. — Diese Tiefenstufe ist auf allen Schnitten befischt, auch liegt hier der Einzelfang vor dem Graa-Dyb. Meist ist ein Fang gemacht, nur für Hever und List ist das Mittel aus zwei Fängen angegeben. — In dieser Tiefenstufe finden wir die I-Gruppe (1928) erstaunlich zahlreich auf dem Ameland-Schnitt, wo sie mit ca. 800 Stück pro Stunde das Maximum der Altersreihe bildet. Auch auf dem Norderney-Schnitt ist sie noch mit ca. 400 Stück gefangen, wird jedoch hier von der II-Gruppe (1927) bei weitem übertroffen. Von der Hever bis Hanstholm ist die I-Gruppe (1928) nur noch in unerheblicher Menge gefunden. Die Altersgruppe II (1927) dominiert auf den Schnitten von Terschelling Bank und Norderney und erreicht auf dem Ameland-Schnitt beinahe die Häufigkeit des nächstjüngeren Jahrgangs. Auf dem Hever- und Amrum Bank-Schnitt tritt sie ganz hinter den älteren Gruppen zurück, doch steigt die Fangmenge wieder bei List, Graa-Dyb und Ringkjøbing. Hier wird sie nur von der Altersgruppe IV (1925) übertroffen. Die absolute Fangmenge ist in dem grossen Fang von Graa-Dyb mit 1200 Stück pro Stunde am grössten, sogar grösser noch als auf dem Norderney-Schnitt. Bei Bovbjerg und Hanstholm ist die II-Gruppe die stärkste, doch ist die absolute Fangmenge hier sehr gering. Es ergeben sich also für die II-Gruppe (1927) zwei Zentren der Häufigkeit, bei Norderney und Graa-Dyb, dazwischen ein Minimum bei Amrum. — Die III-Gruppe (1926) ist spärlich auf den westfriesischen Schnitten, mässig gut vertreten mit ca. 500 Stück pro Stunde bei Norderney und Hever. Geringere Mengen sind bei Amrum, List und Ringkjøbing gefangen, der grösste absolute Fang liegt bei Graa-Dyb mit 600 Stück, doch bedeutet das wenig gegenüber den grossen Fangmengen der II- und IV-Gruppe, zwischen denen die III-Gruppe hier wie bei List und Ringkjøbing ein sekundäres Minimum bildet. Nur in einem Falle, querab Hever, bildet dieser Jahrgang 1926 den Gipfel der Altersvariation. — Die IV-Gruppe (1925) ist an der ganzen west- und ostfriesischen Küste spärlich, nimmt erst auf dem Hever-Schnitt an Bedeutung zu und ist die häufigste Gruppe von Amrum bis Ringkjøbing. Der grösste Stundenfang mit 1600 Stück liegt auf der Graa-Dyb-Station. Die Altersgruppe V (1924) und ältere (VI, 1923, VII, 1922, VIII+ 1921 und frühere) finden sich in nennenswerter Zahl nur zwischen Hever und Graa-Dyb. Das Maximum liegt für alle auf dem Amrum Bank-Schnitt (200 Stück pro Stunde für die V-Gruppe (1924)). Auf allen Schnitten übertrifft die Menge der VII-Gruppe (1922) die der VI-Gruppe (1923), wie das nach den früheren Untersuchungen zu erwarten war.

3) Tiefenstufe 20—30 m. — In dieser Tiefenstufe liegen mehr als 1 Fang auf folgenden Schnitten: Norderney (2 grosse, 1 kleiner), Hever (2 kleine), Amrum Bank (ein grosser, zwei kleine) Lister Tief (zwei kleine). Ausserdem liegen die Einzelfänge von Haaks Feuerschiff und Borkum in dieser Zone. Auf den west- und ostfriesischen Stationen herrscht überall die II-Gruppe (1927) unbestritten vor. Bei Ameland wurden sogar in dieser Tiefe noch fast 200 Schollen der I-Gruppe (1928) gefangen, ebensoviel etwa von der III-Gruppe (1926). Die III-Gruppe hat bei Borkum und Norderney noch mit 3—400 Stück nennenswerte Fangzahlen. Auf den nordfriesischen und jütischen Schnitten finden wir mit einziger Ausnahme des Amrum-Schnittes nur noch unwesentliche Gesamtfänge. Die Schollen auf dem Amrum-Schnitt sind verhältnissmässig alt, 3—7 Jahre. Das Maximum liegt auf dem Schnitt auch in dieser Stufe bei der IV-Gruppe (1925).

Die Häufigkeiten der Altersgruppen zeigen also in den einzelnen Abschnitten des Gebiets ganz bemerkenswerte Verschiedenheiten. Besonders auffallend ist das Vorwiegen der Altersgruppe I (1928) im westfriesischen Gebiet, das der II-Gruppe (1927) im west- und ostfriesischen Gebiet mit einem zweiten Gipfel im Norden des nordfriesischen Abschnitts und das Vorwiegen der IV-Gruppe (1925) von Amrum bis Ringkjøbing.

Summiert man alle Fänge eines Schnitts, so ist von Haaks Feuerschiff bis Norderney die II-Gruppe auf jedem Schnitt die häufigste, auf dem Hever-Schnitt ist es die III-Gruppe, bei Amrum die IV-Gruppe, während von List an zwei deutliche Gipfel vorhanden sind, bei der II-Gruppe (im Maximum bei List) und der IV-Gruppe (im Maximum bei Graa-Dyb und Ringkjøbing, vielleicht infolge des Fehlens der Küstenstationen auf diesen Schnitten, die mehr junge Schollen enthalten haben würden).

Nimmt man als Arbeitshypothese einmal an, dass die Zusammensetzung und Dichte des Schollenbestandes im Bereich eines Schnittes durch die Summe der auf den Schnittstationen gefangenen Schollen richtig repräsentiert wird, so ergeben sich interessante Feststellungen. In Tabelle 2 ist der Durchschnittsfang pro Stunde nach Altersgruppen auf jedem der vollständigen Schnitte Terschelling Bank, Ameland, Norderney, Hever, Amrum Bank, Lister Tief, Ringkjøbing berechnet und in Fig. 2 graphisch dargestellt. Danach hat die I-Gruppe (1928) das Zentrum der Häufigkeit im Abschnitt Ameland—Norderney (Maximum Ameland). Die II-Gruppe (1927) hat ein Häufigkeitszentrum im gleichen Gebiet, jedoch mit dem Maximum bei Norderney, und ein zweites, das allerdings infolge des Fehlens küstennaher Stationen in unserer Dar-

Tabelle 2.

Stundenfang an Schollen der verschiedenen Altersgruppen auf den einzelnen Schnitten. — Mai 1929.

Altersgruppe	Geburtsjahr	Terschell. Bank	Ameland	Norderney	Hever	Amrum Bank	Lister Tief	Ringkjøbing
I	1928	11	208	181	49	11	31	2
II	1927	155	374	556	166	119	247	125
III.....	1926	73	71	322	250	161	107	45
IV.....	1925	40	17	126	179	279	235	187
V.....	1924	18	7	36	54	102	45	10
VI.....	1923	5	2	9	26	57	17	1
VII	1922	7	5	13	27	75	22	..

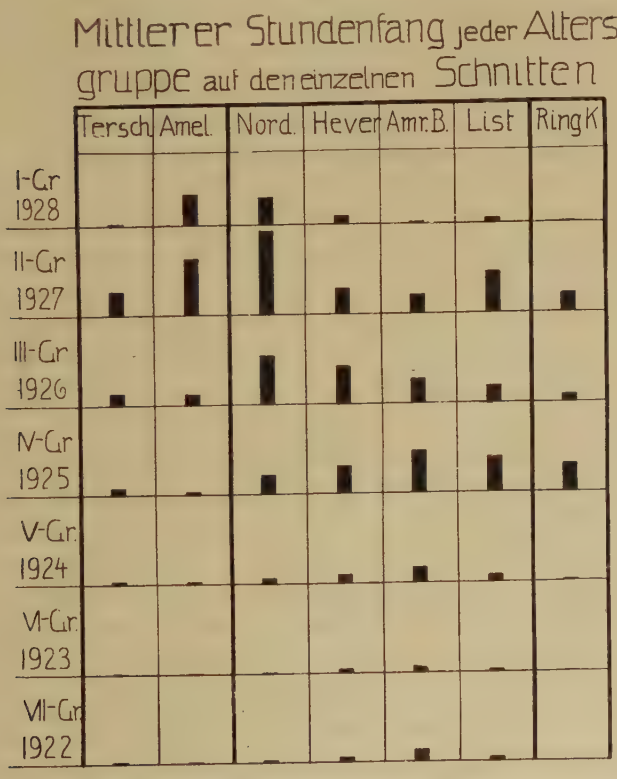


Fig. 2. Mittlerer Stundenfang jeder Altersgruppe auf den einzelnen Schnitten. Grosse Kurre des »Poseidon«, Mai 1929.

stellung wahrscheinlich viel zu wenig in Erscheinung tritt, bei List (Graa-Dyb). — Das Häufigkeitszentrum der III-Gruppe (1926) liegt bei Norderney—Hever, das der IV-Gruppe (1925) bei Amrum Bank—List, und ähnlich verhalten sich alle älteren Gruppen.

Zunächst drängt sich nun die Frage auf, ob diese Unterschiede in der Verteilung der Altersgruppen ganz zufälliger und vorübergehender Natur sind, d.h. ob man etwa in den Sommermonaten bei Amrum Bank viele Schollen der jüngsten Altersgruppen, im Ostfriesischen Gebiet dagegen jene älteren Schollen von 4 Jahren und mehr hätte reichlich fangen können, die im Mai dort spärlich waren.

Nach unserer bisherigen Kenntnis muss das als wenig wahrscheinlich bezeichnet werden. Die wenigen Untersuchungen, die zur Klärung dieser Frage geeignet sind, erweisen eine verhältnissmässig grosse Konstanz in den charakteristischen Zügen der Alterszusammensetzung in verschiedenen Gebieten.

Die Alterszusammensetzung auf dem Norderney-Schnitt (s. Tab. 3) z.B. hat sich vom September 1925 bis zum März 1926 nur ganz unerheblich verändert; abgesehen von einer geringen Zunahme der jüngeren Fische lässt sich dasselbe für die gleiche Spanne auf den Amrum Bank-Schnitt sagen. Die Unterschiede zwischen beiden Schnitten sind daher in beiden Untersuchungsreihen die gleichen. In den Sommermonaten erfolgt überall eine Zunahme der relativen und absoluten Zahl der jüngeren Jahrgänge. Auf dem Hever-Schnitt hat z.B. von Mai 1929 bis zum September des Jahres die relative Menge der II-Gruppe bedeutend zugenommen, sodass sie die Häufigkeit der III-Gruppe, die den Gipfel bildet, fast erreicht. Die älteren Gruppen treten im Verhältnis zurück. Auf dem Norderney-Schnitt aber ist eine so starke Zunahme der I-Gruppe erfolgt, dass diese nun die II-Gruppe bei weitem übertrifft, obwohl diese auch im Vergleich zu den älteren Gruppen zugenommen hat. Die relativen Altersreihen dieser beiden Schnitte bieten zwar im September ein weitaus anderes Bild als im Mai, bei genauerer Betrachtung findet man aber, dass die grundlegenden Unterschiede zwischen der Alterszusammensetzung beider Schnitte sich seit Mai nur vertieft haben. (Die erwähnten Untersuchungsreihen sind in Tabelle 3 zusammengestellt.)

Das Dichtemaximum des Jahrgangs 1925 (IV-Gruppe) liegt im Mai 1929 im Horns Riff-Gebiet. In dem gleichen Gebiet fand Aage J. C. Jensen den Jahrgang als II-Gruppe im Jahre 1927 sehr reichlich, sodass er ihn als den besten seit 1922 bezeichnet. In den deutschen Untersuchungen, die leider an der nordfriesischen Küste eine mehrjährige Lücke aufweisen, tritt er nicht besonders hervor. Bei Helgoland, S. Fig. 5, befindet er sich 1928 als III-Gruppe im Maximum, im Jahre 1927 als

Tabelle 3.

Beispiele für die Konstanz der Unterschiede in der relativen Häufigkeit gewisser Jahresklassen in verschiedenen Teilen des Gebiets.

Relative Alterszusammensetzung der Schollen.

1. Schnitt Norderney im September 1925 und März 1926.

Geburtsjahr.....	1924	1923	1922	1921	1920	1919	1918	1917
September 1925....	126	231	356	148	100	33	6	1
März 1926.....	124	236	385	150	69	31	4	..

2. Schnitt Amrum Bank im September 1925 und März 1926.

Geburtsjahr.....	1924	1923	1922	1921	1920	1919	1918	1917
September 1925 ...	30	137	458	148	151	68	8	..
März 1926.....	69	151	512	128	102	35	3	1

3. Schnitt Norderney und Hever im Mai und September 1929.

Altersgruppe	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII+
Norderney, Mai ...	145	446	258	101	29	7	10	4
Hever, Mai	64	220	330	237	72	34	35	8
Norderney, Sept...	772	188	23	6	1	+	1	1
Hever, Sept.....	56	326	364	177	44	10	18	5

II-Gruppe wurde er im Juli wie im September von den Altersgruppen III—V (1924—22) übertroffen bzw. erreicht. Im Jahre 1928 als IV-Gruppe wird er in der Julireihe von der III-Gruppe (1926), in der Septemberreihe auch von der II-Gruppe (1927) übertroffen. Auf dem Norderney-Schnitt (s. Fig. 3) bildet er in der Mai-Serie nirgends den Gipfel. Dieser liegt vielmehr 1927 bei dem Jahrgang 1922 (V-Gruppe), 1928 bei dem Jahrgang 1926 in der II-Gruppe. In der September-Reihe fehlen Untersuchungen aus dem Jahre 1927, wo der Jahrgang 1925 wahrscheinlich dominiert hat, aber 1928 ist seine Menge schon wieder recht unbeträchlich. Es scheint also. als ob auch in früheren Jahren schon der Jahrgang 1925 im ostfriesischen Gebiet bedeutend minder reich gewesen ist als im nördlichen Teil der nordfriesischen Küste, und dass sich dieser Unterschied jahrelang erhielt.

Als weiterer Beweis für die Stetigkeit der Unterschiede in der Häufigkeit der Altersgruppen sei darauf hingewiesen, dass der Jahrgang 1920 verglichen mit dem Jahrgang 1921 an der nordfriesischen Küste in den drei Untersuchungsreihen Mai 1924, September 1925 und März 1926 immer reicher war als vor der ostfriesischen Küste (Tabelle 4).

Ist aber die Verschiedenheit in der Verbreitung und Häufigkeit der Jahresklassen nicht vorübergehend, sondern bis zu einem gewissen Grade konstant, so handelt es sich hier um eine Erscheinung von grossem wis-

Tabelle 4.

Verhältnis der Häufigkeit des Jahrgangs 1921 zu 1920 im Nordfriesischen und Ostfriesischen Gebiet in verschiedenen Jahren.

	V. 1924	IX. 1925	III. 1926	IX. 1926
Vor der Nordfries. Küste.....	100:100	100:102	100:80	..
— - Ostfries. Küste	100:59	100:67	100:46	100:45

senschaftlichen Interesse und einschneidender praktischer Bedeutung, z.B. für die Vorhersage guter Fangmöglichkeiten in einem bestimmten Gebiet. Daher verdient diese Frage die grösste Aufmerksamkeit und genauere Untersuchung, als sich an dem bisherigen lückenhaften Material anstellen lässt. Eine kurze Besprechung von Gedankengängen, die sich an diese Erscheinung knüpfen, sei hier jedoch angefügt.

Der Umstand, dass alle älteren Jahrgänge der Schollen in dem südwestlichen Teil des Gebiets bedeutend seltener sind als in dem nordöstlichen, kann am leichtesten durch die Annahme erklärt werden, dass diese älteren Schollen von der west- und ostfriesischen Küste schneller abwandern als von der nordfriesischen. Das dürfte vielleicht in Zusammenhang stehen mit der Tatsache, dass gegenwärtig die Schollen z.B. auf dem Norderney-Schnitt schneller wachsen als auf den nordfriesischen Schnitten. Die Tabelle über die mittlere Länge der Schollen auf den Schnitten der Deutschen Bucht, Tab. 5, erweist dies zur Genüge. Ob das Wachstum die Ursache der früheren Abwanderung ist, oder ob umgekehrt

Tabelle 5.

Mittlere Länge der Altersgruppen der Schollen auf den einzelnen Schnitten der Deutschen Bucht. — Mai 1929.

1. Männchen.

Altersgruppe.....	I	II	III	IV	V	VI	VII
Schnitt:							
Norderney.....	10,5	15,4	19,4	22,5	24,4	28,0	27,9
Hever.....	9,9	13,5	17,3	20,5	22,7	25,4	25,4
Amrum Bank.....	11,5	13,7	18,4	21,8	23,6	25,5	26,9
Lister Tief.....	9,3	14,1	18,0	21,5	22,4	25,8	26,5

2. Weibchen.

Altersgruppe....	I	II	III	IV	V	VI	VII
Schnitt:							
Norderney.....	10,3	15,9	20,1	23,8	26,0	28,5	30,5
Hever.....	9,9	13,8	18,2	21,3	23,2	25,6	27,3
Amrum Bank.....	11,2	14,0	18,4	21,9	23,8	26,5	28,0
Lister Tief.....	9,8	14,4	17,5	21,8	23,4	25,7	26,9

die Abwanderung der meisten älteren Schollen den zurückbleibenden bessere Ernährungs- und Wachstumsmöglichkeiten gewährt, kann bisher nicht entschieden werden. Bemerkenswert ist jedenfalls, dass diese Verschiedenheit nicht immer bestanden haben kann oder doch nicht immer den heutigen Umfang hatte. In den Untersuchungsreihen von 1924 und 1925—26 war der Unterschied in der Alterszusammensetzung zwischen nord- und ostfriesischem Gebiet keineswegs so gross wie im letzten Jahre. In der folgenden Tabelle (6) ist das belegt durch

Tabelle 6.

Unterschiede im Alter der Schollen vor der nordfriesischen und ostfriesischen Küste.

	‰ Altersgr. V—VIII+		Mittl. Alter.	
	Norderney	Amrum Bk.	Norderney	Amrum Bk.
Mai 1924[1]	110	141	3,5	3,7
Sept. 1925	140	227	3,5	4,0
März 1926	104	141	3,7	4,2
Mai 1929	50	302	2,7	4,2

Angabe der ‰-Sätze der Altersgruppen von V an und des mittleren Alters des Bestandes. Sehr interessant sind in diesem Zusammenhange die absoluten Zahlen jeder Altersgruppe, die auf 5 Stationen des Norderney-Schnittes im September der Jahre 1925, 1926, 1928 und 1929 mit der grossen Kurre des Poseidon gefangen wurden (Tab. 7); ganz

Tabelle 7.

Schollenfang auf 5 Stationen des Norderney-Schnitts (5 Fangstunden) im September verschiedener Jahre.

Altersgruppe	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII+
1925	372	680	1049	437	294	96	18	4
	(24)	(23)	(22)	(21)	(20)	(19)	(18)	(17)
1926	824	1554	611	985	352	158	87	55
	(25)	(24)	(23)	(22)	(21)	(20)	(19)	(18)
1928	691	559	262	56	17	40	15	18
	(27)	(26)	(25)	(24)	(23)	(22)	(21)	(20)
1929	2209	537	65	16	3	1	3	3
	(28)	(27)	(26)	(25)	(24)	(23)	(22)	(21)

deutlich ist der Rückgang des Fanges älterer Schollen seit 1926, trotz aller Unsicherheit von derartigen Dichtebestimmungen. Daneben be-

[1]) Für Mai 1924 ist die Alterszusammensetzung auf allen Stationen der nordfriesischen bzw. ostfriesischen Küste berücksichtigt, da die Otolithenproben nicht auf den Stationen eines Schnittes, sondern im Gebiet verstreut genommen wurden.

merkt man im letzten Jahre vermehrtes Auftreten der Altersgruppe I, wovon weiterhin noch die Rede sein wird. Aus der Tabelle geht auch hervor, dass das Verschwinden der älteren Schollen nicht die Folge von Fluktuationserscheinungen sein kann, denn auch solche Jahrgänge sind in höherem Alter spärlich, die als junge Gruppen reichlich vorhanden waren. Infolge der Abnahme der Menge älterer Schollen ist in den Jahren seit 1925 auf dem Norderney-Schnitt ganz regelmässig von Jahr zu Jahr der Anteil der jüngsten Altersgruppen (I und II) am Bestande gestiegen, ganz gleichgültig, von welchen Jahrgängen diese gebildet wurden. Aus der Abbildung 3 ist zu erkennen, dass das Zurücktreten der älteren Gruppen auf dem Norderney-Schnitt in den Serien der Mai- und der Septemberuntersuchungen durchaus parallel geht, wobei im Frühjahr stets mehr ältere Schollen gefangen sind als im Herbst. Im September dieses Jahres setzt sich der Bestand zu nicht weniger als 96 % aus den Altersgruppen I und II zusammen. Wohin die Abwanderung der älteren Schollen vom ostfriesischen Küstengebiet aus erfolgt, ist natürlich unsicher. Vielleicht verlassen sie das Küstengebiet und wandern nach den zentralen Gründen, vielleicht aber gelangen sie auch in den nördlichen Abschnitt des Küstengebiets.

Die erwähnte Erscheinung erklärt aber keineswegs alle Züge in der Verteilung der Jahresklassen, wie sie im Mai 1929 beobachtet wurde. Die Spärlichkeit der Altersgruppe II (1927) in dem Gebiet Hever—Amrum, verglichen mit dem nördlichen Teil der nordfriesischen und mit der ostfriesischen Küste z. B. ist noch unerklärt, ferner der Umstand, dass die Altersgruppe III (1926) nur in dem Abschnitt Norderney—Hever einigermassen reich ist, sowie schliesslich die Beobachtung, dass wahrscheinlich der Jahrgang 1925 auch in früheren Jahren in dem nördlichen Teil des Gebiets reicher war als vor der ostfriesischen Küste.

Eine Erklärung hierfür ergibt sich vielleicht aus der Erfahrung, dass bedeutende Unterschiede in der Dichte eines und desselben Jahrganges in verschiedenen Abschnitten der Küste schon bei den Bodenstadien des ersten Lebensjahres bestehen. Solche Verschiedenheiten lassen sich in benachbarten Abschnitten der dänischen Küste in den von Johansen und Bruun veröffentlichten Daten über die Häufigkeit der 0-Gruppe mehrfach klar erkennen. Sehr wohl denkbar ist es, dass diese Verschiedenheiten sich auch in den nächstfolgenden Lebensjahren, etwa bis zur III-Gruppe hin, bei besonders ausgesprochenen Unterschieden vielleicht sogar bis zum Eintritt der ersten Geschlechtsreife bei der Mehrheit des Jahrgangs, in den Grundzügen bestehen bleiben und nur langsam durch die Wanderungen innerhalb des Jungbestandes verwischt werden. Auf diese Weise liessen sich wohl derartige Unterschiede erklären. Sollte

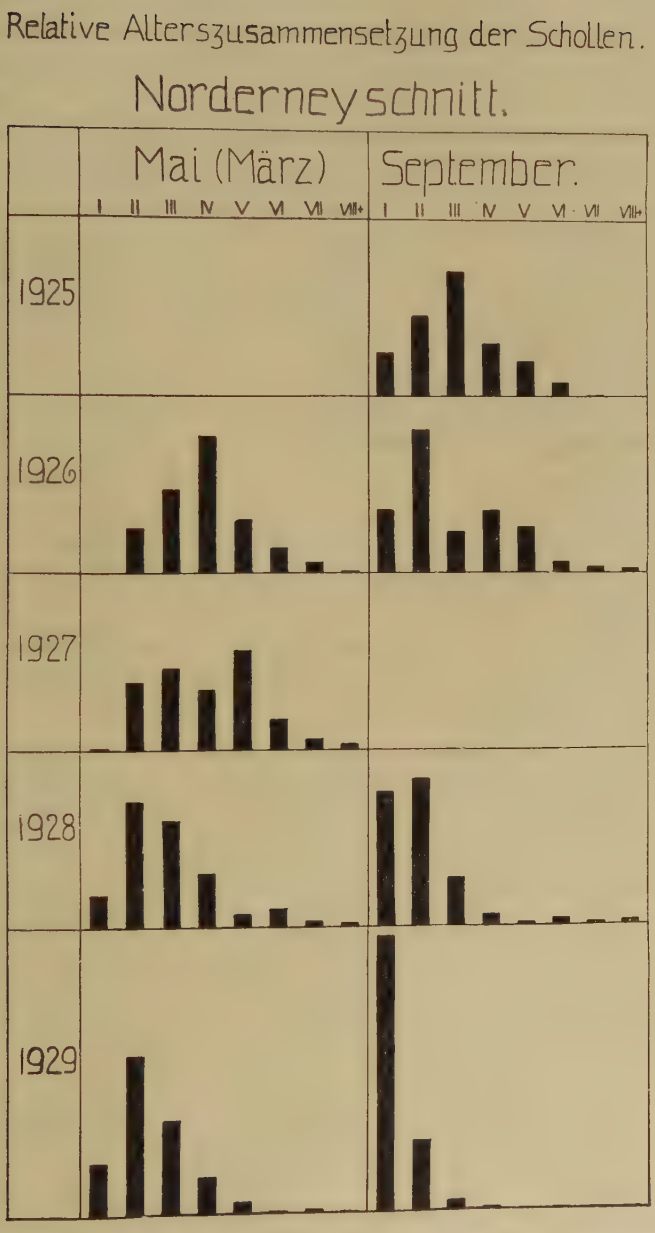


Fig. 3. Relative Alterszusammensetzung der Schollen auf dem Norderney-Schnitt. Kuttertrawl der »Augusta« (Mai 1927 und 1928) und grosse Kurre des »Poseidon« (März 1926, Mai 1929, Sept. 1925, 1926, 1928, 1929).

diese Annahme zutreffen, so würde sie auch gewisse Unstimmigkeiten zwischen den Ergebnissen der deutschen Jungfischuntersuchungen an der Küste (0- und I-Gruppe) und der Altersbestimmungen im Jungbestande erklären. Wie bereits vorläufig mitgeteilt wurde und wie in einer demnächst erscheinenden Arbeit von Kieckebusch/Helgoland im einzelnen dargelegt werden wird, wurde der Jahrgang 1927 im Gebiet der Elbe als 0-Gruppe in bedeutend geringerer Menge gefangen als der Jahrgang 1926. Nun ist der Jahrgang 1927 im Mai 1929 überall reicher als Jahrgang 1926, abgesehen von dem Gebiet Hever—Amrum, das der Elbmündung benachbart ist. Jahrgang 1926 hatte das Zentrum seiner Verbreitung in dem Gebiet von Norderney—Hever, in dessen Mitte die Elbmündung liegt. War also die Häufigkeit des Jahrgangs 1927 im Elbgebiet von der 0-Gruppe an geringer als in anderen Abschnitten, die des Jahrgangs 1926 aber grösser, und blieb diese Verbreitungsweise während der nächsten drei Jahre erhalten, so sind beide Erscheinungen gemeinsam erklärt.

Die Maifahrt 1929 ist nun allerdings die erste Fahrt, die ein so reiches Material brachte, dass derartige Untersuchungen daran angestellt werden konnten. Infolgedessen kann eine Entscheidung in der Frage der Ursachen der erwähnten Verschiedenheiten keineswegs getroffen werden. Es sollte nur versucht werden, die Richtung der notwendigen weiteren Ermittlungen anzudeuten. —

Man kann wohl annehmen, dass die Summe aller Fänge der Maifahrt 1929 den Schollenbestand der südöstlichen Nordsee, soweit er mit der grossen Kurre fangbar ist, ziemlich gut repräsentiert. Der Umstand, dass auf einigen Schnitten die küstennahen Stationen fehlen, und dass die Einzelfänge in mittlerer Wassertiefe liegen, wird dazu führen, dass die Zahlen für die jüngeren Altersgruppen etwas zu gering sind. — Die Altersgruppe I und die kleineren Längen der Altersgruppe II werden ohnehin von unserem Gerät nicht vollkommen erfasst. Die Altersreihe, die sich durch Summierung aller Fänge von Mai 1929 ergibt, ist die folgende:

Tabelle 8.

Alterszusammensetzung des Schollenbestandes der südöstlichen Nordsee im Mai 1929. — (Alle Fänge vereinigt.)

Altersgruppe.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII +	Zus.
Geburtsjahr. .	1928	1927	1926	1925	1924	1923	1922	1921 —	
Zahl d. Schollen	2910	12218	7119	7555	1786	764	970	190	33512
‰	87	365	212	225	53	23	29	6	1000

Der Gipfel liegt also unbestritten bei Jahrgang 1927 (II-Gruppe), die Altersgruppe III (1926) enthält nur etwa drei Fünftel soviel Individuen

and wird von der IV-Gruppe (1925) um ein Geringes übertroffen. Die Abnahme der Frequenz von der IV-Gruppe zur V-Gruppe (1924) ist uusserordentlich stark (4: 1), die VI-Gruppe (1923) ist doch wenigstens etwa halb so stark wie die V-Gruppe. Bei der VII-Gruppe, die vom Jahrgang 1922 gebildet wird, zeigt sich noch immer ein kleines sekundäres Maximum, das auf die bedeutende Ueberlegenheit des Jahrgangs 1922 über den nächst jüngeren hinweist.

Wir erkennen hieraus, dass nach dem Jahrgang 1922 der nächste gute Jahrgang 1925 ist. Der Jahrgang 1924 schien anfangs im Norderneygebiet reichlich zu sein (im September 1926 als II-Gruppe, s. Bückmann und Thursby-Pelham, Bd. 2 dieser Zeitschr.). Weiter nördlich ist er immer spärlich gewesen; wenn ursprünglich ein solcher Unterschied in der Dichte des Jahrgangs in den beiden Gebieten wirklich bestanden hat, so hat wahrscheinlich die Abwanderung der älteren Schollen aus dem ostfriesischen Gebiet bewirkt, dass die ursprüngliche Häufigkeit hier gegenwärtig ohne Einfluss auf die Frequenz des Jahrgangs in unserem Material ist. In der diesjährigen Probe erscheint der Jahrgang 1924 ausgesprochen arm. — Jahrgang 1926 wird an Häufigkeit von 1925 und 1927 übertroffen, er ist also auch unter die schlechten Jahrgänge zu rechnen. Die dichteste Altersgruppe II wird vom Jahrgang 1927 gebildet. Wir sind jedoch nicht ohne weiteres in der Lage, die Dichte dieser Altersgruppe zu beurteilen. Die Erfahrungen mit dem Jahrgang 1924 mahnen auch zu besonderer Vorsicht in dieser Beziehung.

Sehr interessant ist ein Vergleich der relativen Alterszusammensetzung vom Mai 1929 mit der von Mai 1924 und März 1926. Die genannten Serien von Altersuntersuchungen sind nun zwar nicht so umfangreich und so systematisch gesammelt wie die diesjährigen, doch darf man trotzdem wohl annehmen, dass auch sie für den damaligen Schollenbestand roh repräsentativ sind.

Tabelle 9.

Relative Alterszusammensetzung der Schollen (‰) in der südöstlichen Nordsee im Frühjahr verschiedener Jahre.

Altersgruppe.....	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII+
Mai 1924.....	+	90	451	317	126	15	1	..
	(23)	(22)	(21)	(20)	(19)	(18)	(17)	(16—)
März 1926.....	+	67	183	508	144	77	19	2
	(25)	(24)	(23)	(22)	(21)	(20)	(19)	(18—)
Mai 1929.....	87	365	212	225	53	23	29	6
	(28)	(27)	(26)	(25)	(24)	(23)	(22)	(21—)

Bemerkungen. Mai 1924: 3213 sichere Bestimmungen aus 10 Fängen von »Augusta« und »Poseidon«, in der Deutschen Bucht verteilt. Die älte-

sten Gruppen sind wahrscheinlich etwas zu schwach repräsentiert. Zusammensetzung der ganzen Fänge aus Proben errechnet und addiert.

März 1926: .... sichere Bestimmungen aus 31 Fängen (Norderney-Schnitt, Amrum Bank-Schnitt, verteilte Einzelfänge). Aus den Proben Zusammensetzung der ganzen Fänge berechnet, diese addiert. Ueberall ist die neue Wachstumsperiode als begonnen gerechnet, sodass die Zahlen mit denen von Mai direkt vergleichbar sind.

Andere Berechnungsweisen, Benutzung der Proben ohne Umrechnung auf den ganzen Fang, Beschränkung auf vollständig untersuchte Schnitte ergeben nur geringe Abweichungen.

Betrachten wir Tabelle 9, beginnend bei den ältesten Gruppen. Altersgruppe VII wird im Mai 1929 gebildet von dem guten Jahrgang 1922, im März 1926 von der gleichfalls starken Jahresgruppe 1919, die aber z. B. nach Aage J. C. Jensens Befunden den Jahrgang 1922 nicht erreicht. 1924 dagegen stand der minder gute oder durch Kriegsfischerei an der Küste stark reduzierte Jahrgang 1917 im gleichen Alter. Die Stärkeverhältnisse finden in den relativen Frequenzen einen deutlichen Ausdruck. In der VI-Gruppe finden wir 1926 den guten Jahrgang 1920, in den Jahren 1924 und 1929 aber die schlechten Jahrgänge 1918 bzw. 1923. Auch hier sind die Unterschiede in den relativen Frequenzen ins Auge fallend. — In der V-Gruppe hatten wir 1924 und 1926 gute Jahrgänge, nämlich 1919 und 1921 (126 und 144 %); 1929 aber den schlechten Jahrgang 1924 (53 %). — Die grösste Frequenz in der IV-Gruppe finden wir 1926 für Jahrgang 1922. Der Jahrgang 1920 steht diesem merklich nach (in der III-Gruppe findet sich 1924 gleichfalls ein guter Jahrgang, wodurch die relative Frequenz der IV-Gruppe wohl etwas herabgesetzt wird). Der Jahrgang 1925 im Jahre 1929 hat aber eine noch geringere Frequenz, wird also wohl beide Jahrgänge (1922 und 1920) nicht erreichen. Die III-Gruppe wird 1924 durch den guten Jahrgang 1921 gebildet, demgegenüber die Jahrgänge 1923 und 1926 fast gleichmässig schlecht erscheinen.

Wir kommen nun zu den komplizierteren Verhältnissen bei den Altersgruppen II und I. Die relative Frequenz des Jahrgangs 1927 ist für 1929 (in der II-Gruppe) nicht weniger als 4 mal so gross wie die des Jahrgangs 1922 für das Jahr 1924. Es ist von vornherein ziemlich unwahrscheinlich, dass das dem wahren Stärkeverhältnis der beiden Jahrgänge entsprechen sollte. Die Annahme liegt sehr nahe, dass im Jahre 1929 infolge gesteigerter Wachstumsgeschwindigkeit ein grösserer Anteil der jungen Schollen von den Maschen unseres Netzes zurückgehalten worden ist als 1924. Die mittlere Länge der Altersgruppe II in den Fängen unterscheidet sich allerdings nur wenig in den beiden Jahren. Sie betrug:

im Jahre		1924	1929
im nordfriesischen Gebiet ..	♂	13.7	13.8
	♀	14.2	14.1
im ostfriesischen Gebiet ...	♂	14.7	15.5
	♀	15.2	16.0

Das ist jedoch nur darauf zurückzuführen, dass das Netz in beiden Jahren auf das gleiche Grenzmass hin sortierte, wobei es 1924 nur wenige der grössten, 1929 dagegen den wesentlichen Teil des Jahrgangs II erfasste.

Die steigende Tendenz des Schollenwachstums in den letzten Jahren kann am besten durch die Helgoländer Untersuchungsreihen aus dem Sommer und Herbst nachgewiesen werden, deren Ergebnisse in Fig. 4 graphisch dargestellt sind. Die Zunahme der Wachstumsgeschwindigkeit ist allerdings nicht stetig, sondern es kommen ziemlich bedeutende Schwankungen vor. Der Effekt aber ist unverkennbar. Eine besonders starke Steigerung erfährt die mittlere Länge der Altersgruppe II im Jahre 1924 gegen die vorhergehenden Jahre. Das ist das Ergebnis einer besonders guten Wachstumsperiode im Sommer 1924. Breite Ringe in den Statolithen für dieses Jahr beweisen das zur genüge. Im Mai 1924 hatte sich diese Wachstumsverbesserung erst wenig bemerklich machen können. Aus der Altersanalyse eines Fanges mit der Garneelenkurre im Mai 1924 geht hervor, dass die Längenvariation der II-Gruppe schon bei 8 cm begann, der dichteste Wert scheint bei 10 cm gelegen zu haben (während im Mai 1929 diese Länge kaum mehr Schollen der II-Gruppe enthielt, sondern sich aus I-Gruppe zusammensetzte), also bedeutend unterhalb des Scheidewertes, bei dem die Hälfte der kleinen Schollen von unserem Netz zurückgehalten wird. Es kann daher 1924 wirklich nur ein kleiner Teil der Schollen dieses Alters gefangen worden sein. Selbst im Juli 1924 betrug die mittlere Länge der II-Gruppe in einem Garneelenkurrenfang erst 12,4 cm.

Als Ursache für die fortgesetzte Steigerung des Wachstums seit 1922—23 ist wahrscheinlich wenigstens z. T. die Abnahme der Bestandsdichte in der südöstlichen Nordsee anzusehen. Auch diese kann aus dem vorliegenden Material erkannt werden. Im Jahre 1924 wurden die Altersgruppen III-V von den guten Jahrgängen 1921—1919 gebildet, wozu dann noch eine sehr reiche, nur zum kleinen Teil mitgefangene II-Gruppe kam. Die im Jahre 1929 im gleichen Alter stehenden Jahrgänge 1926 - 1924 scheinen zusammen sehr viel schwächer zu sein. Von den Stationen vom Mai 1929 sind 22 auch im Mai 1924 befischt, fast durchgehend sind 1929 die Gesamtfänge geringer. Nur auf einigen küstennahen Stationen

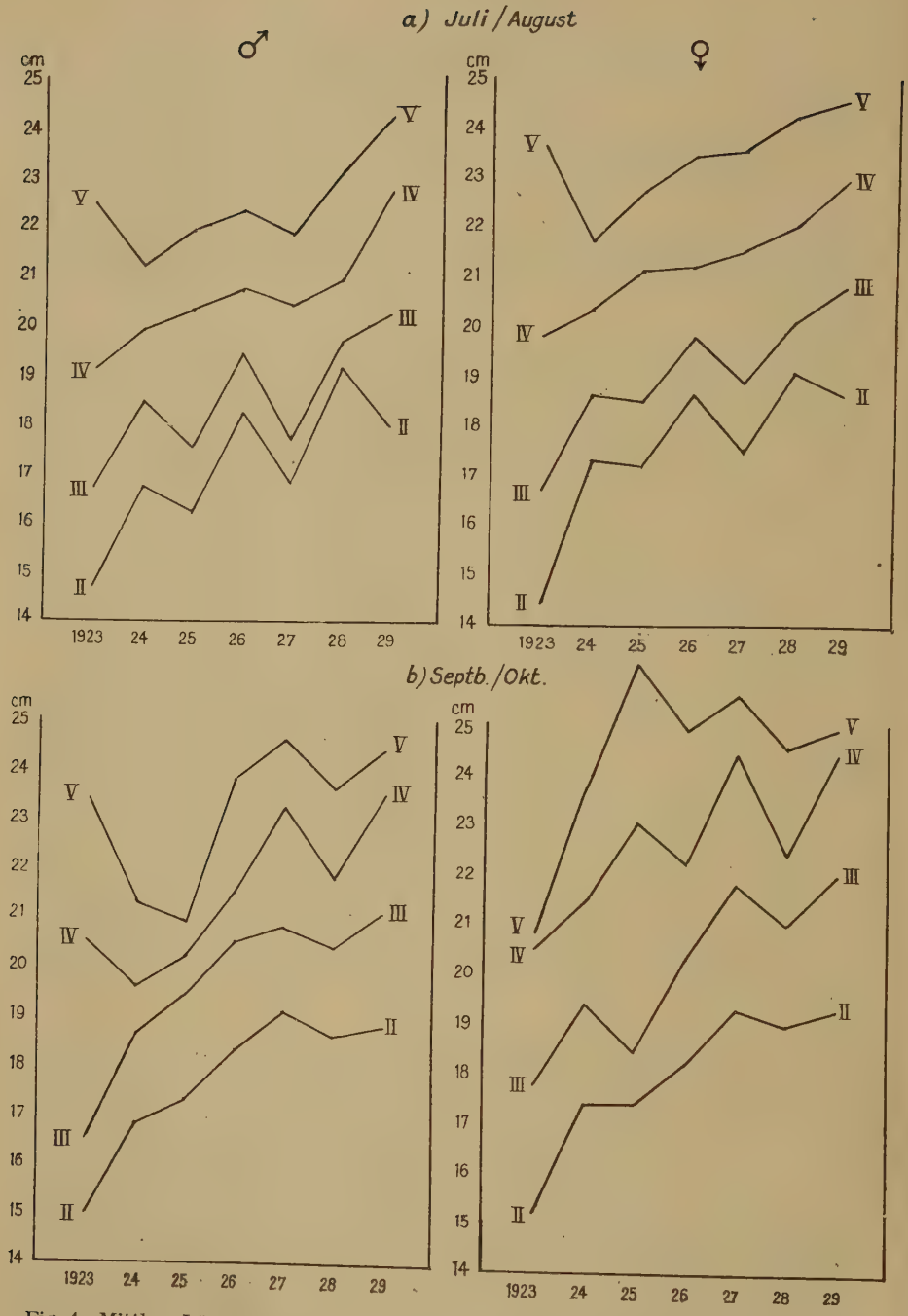


Fig. 4. Mittlere Länge der Altersgruppen II—V der Schollen bei Helgoland im Juli—August und im September—Oktober. 1922—1929. Kuttertrawl der »Augusta« (Juli 1923 und Sept. 1925 »Poseidon«).

wurde etwas mehr gefangen, was aber leicht dadurch zu erklären ist, dass in diesem Jahr gerade ein grösserer Teil der hier häufigen jüngsten Schollen mitgefangen wurde. Im ganzen wurden in den 22 Stunden im Mai 1924 32827 Schollen gefangen, 1929 dagegen 22333. Die Alterszusammensetzung der Fänge von 1929 ist bekannt. Nimmt man an, dass im Mai 1924 die 22 Stationen etwa die Alterszusammensetzung hatten, wie die gesamten untersuchten Fänge, so ergeben sich folgende Zahlen für jede Altersgruppe pro Fangstunde:

Tabelle 10.

Stundenfang von Schollen jeder Altersgruppe. Berechnungsweise s. Text.

Altersgruppe	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII+	Zus.
Mai 1924....	1	134	673	474	188	22	1	..	1493
	(23)	(22)	(21)	(20)	(19)	(18)	(17)	(16—)	
Mai 1929....	66	315	217	279	65	30	37	5	1014
	(28)	(27)	(26)	(25)	(24)	(23)	(22)	(21—)	

(Eine solche Berechnung lässt sich für 1924 nur deshalb rechtfertigen, weil die Verbreitung der Altersgruppen nicht solche Verschiedenheiten aufzuweisen scheint wie 1929. Immerhin ähnelt die Altersreihe für die 22 Fänge auch 1929 in allen wesentlichen Zügen der Gesamtreihe.)

Der Stundenfang der Altersgruppen III—V betrug sonach 1924 1335 Stück, 1929 nur 561 Stück, also bedeutend weniger als die Hälfte.

Ein ähnlicher Vergleich für 24 Stationen ist auch zwischen dem Mai 1924 und März 1926 möglich. Die Reihen lauten hier:

Tabelle 11.

Stundenfang von Schollen jeder Altersgruppe. Berechnungsweise s. Text.

Altersgruppe	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII+	Zus.
März 1926...	..	82	225	625	177	95	23	2	1229
	(25)	(24)	(23)	(22)	(21)	(20)	(19)	(18—)	
Mai 1929....	72	322	235	275	65	29	36	5	1079
	(28)	(27)	(26)	(25)	(24)	(23)	(22)	(21—)	

Der Stundenfang für die Altersgruppen III—V betrug im März 1926 1027 Stück, im Mai 1929 auf diesen 24 Stationen 545 Stück, also etwa die Hälfte.

Man könnte versucht sein, aus den vorstehenden Zahlen Schlüsse über das Zahlenverhältnis der Stärke der einzelnen Jahrgänge zu ziehen, doch halten wir das Material dafür für nicht verlässlich genug, zumal da wir für 1924 und 1926 nicht für alle verglichenen Stationen Altersbe-

stimmungen haben. Auch könnte man gegen solche Berechnungen Bedenken tragen, weil doch die Dichtebestimmungen aus so verhältnismässig wenigen wissenschaftlichen Fängen recht unsicher sind. Dagegen scheint der Schluss berechtigt, dass der Bestand der heranwachsenden Schollen der Altersgruppen III—V gegenwärtig schwächer ist als 1924—26.

Ueber die Häufigkeit des Jahrgangs 1927 können wir gegenwärtig nur soviel sagen, dass er dem Jahrgang 1926 überlegen sein dürfte. Dies geht auch daraus hervor, dass er in der Septemberreihe bei Helgoland den Jahrgang 1926 in der III-Gruppe etwas an Frequenz übertrifft, was bisher nur beim Jahrgang 1922 gegenüber 1921 beobachtet wurde. Fig. 5 gibt eine graphische Darstellung der beiden Helgoländer Untersuchungsreihen seit 1924. — Die Stärke des Jahrgangs 1928 kann noch nicht sicher beurteilt werden. Im ostfriesischen Gebiet scheint er reicher als 1927 zu sein, s. Tabelle 7 über den Fang je 5 Stunden auf dem Norderney-Schnitt, S. 45. Dabei ist zu bemerken, dass das Wachstum in diesem Gebiet 1928 sogar besser war als 1929.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass die hohen Frequenzen der jüngsten Altersgruppen, vor allem der I-Gruppe, die ja in früheren Untersuchungen im Frühjahr noch nicht in nennenswerter Menge in Erscheinung getreten ist (Mai 1924, März 1926), auch auf eine andere Ursache zurückgeführt werden könnte als Stärke und Wachstumsgeschwindigkeit der Jahrgänge. Es wäre denkbar, dass die jungen Schollen jetzt eher von der Küste weg ins freie Wasser abwandern als früher. Es wurde von Borley und Thursby-Pelham nachgewiesen (Fischery Invest. Ser. II. Bd. 5, Nr. 3, Bd. 10, Nr. 3), dass mit Abfischung des während des Krieges angehäuften Bestandes die Jungschollengruppen II—V sich mehr und mehr nach der Tiefe hin ausbreiteten. Da nun der Jungbestand gegenüber früheren Jahren merklich gelichtet ist, so wäre es möglich, dass auch die Ausbreitung der jüngsten Altersgruppen von der Küste und den Watten aus jetzt schneller vor sich geht. Unser Material, das mit einem weitmaschigen Netz beschafft ist, gibt über diese Frage keinen Aufschluss.

Im gegenwärtigen Falle war überdies mit der Möglichkeit zu rechnen, dass die besonderen Verhältnisse des Eiswinters 1928—29 die kleinen Schollen gezwungen hätten, früher als gewöhnlich das Küstengebiet zu verlassen. Das Wasser war nämlich bis hinaus nach Helgoland selbst in den Bodenschichten auf Temperaturen unter 0° C. abgekühlt. Die Folge war im Februar eine ungewöhnliche Verbreitungsweise der Schollen, die viel tieferes Wasser aufsuchten als gewöhnlich. Es wurden gefangen auf den Stationen des Hever-Schnittes:

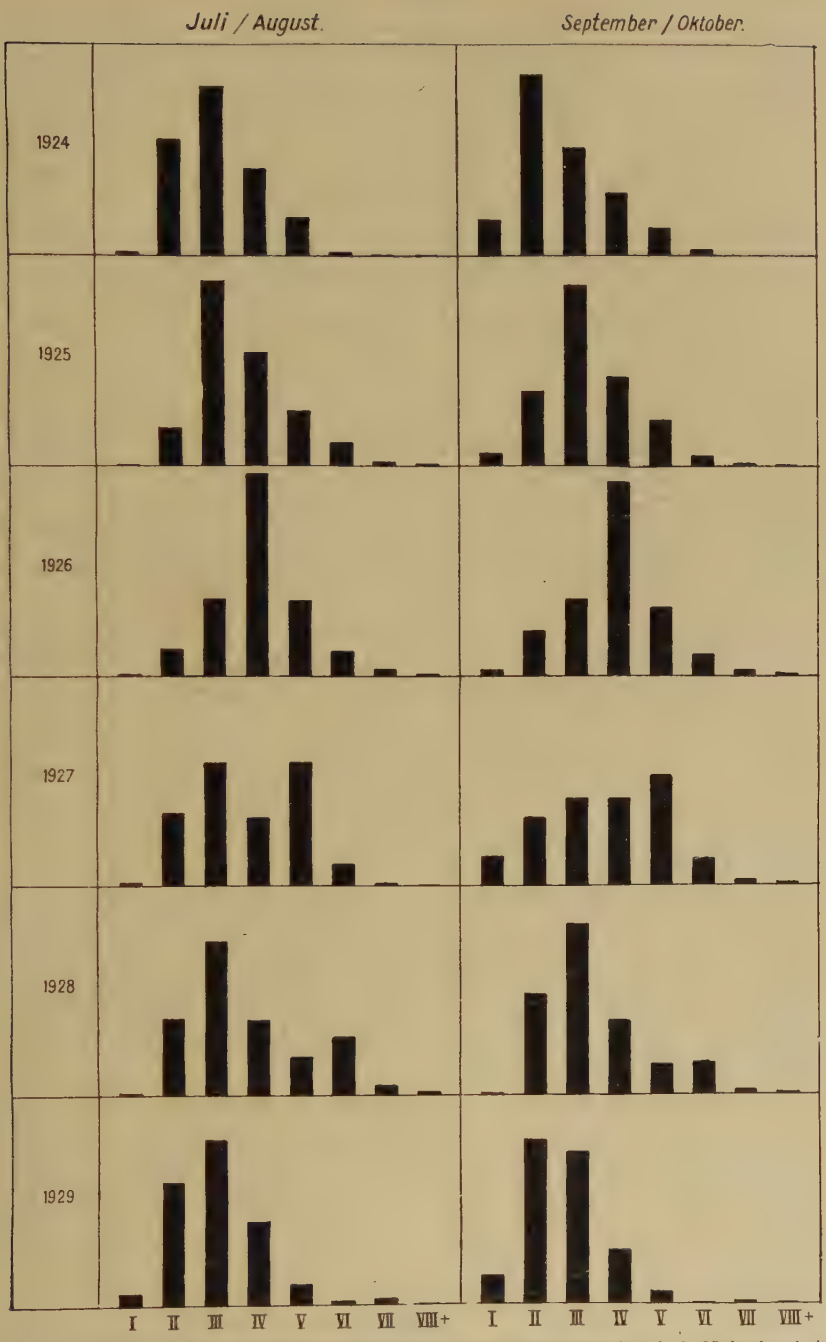


Fig. 5. Relative Alterszusammensetzung des Schollenbestandes bei Helgoland im Juli—August und im September—Oktober der Jahre 1924 bis 1929. Kuttertrawl der »Augusta« (im Sept. 1925 grosse Kurre des »Poseidon«).

Tabelle 12.

Fangmenge je Stunde auf den einzelnen Stationen des Hever-Schnitts im Februar verschiedener Jahre. Zungenkurre der »Augusta«.

Jahr	Station:	1	2	3	4	5	6	7
	Tiefe:	9 m	12 m	18 m	20 m	24 m	27 m	30 + m
1926		..	..	1428	512	442	33	11
1927		871	173	7	1	4	15	18
1928		242	400	21	59	9	..	..
1929		..	27	27	96	542	763	..

Bemerk: .. bedeutet kein Fang gemacht.

Sehr gut denkbar wäre es gewesen, dass auch die kleinen Schollen, die am Ende des ersten und zweiten Lebensjahres standen, durch die Kälte aus dem Wattenmeer herausgetrieben worden wären. Die Analysen der Hever-Schnittfänge von Februar, März—April und Mai 1929 zeigen aber, dass in den Untersuchungen nach Ende der Frostperiode, als schon auf allen Stationen des Schnittes Temperaturen von mehr als

Tabelle 13.

Alterszusammensetzung der Schollen auf dem Hever-Schnitt (‰) in verschiedenen Monaten des Jahres 1929.

Geburtsjahr	1928	1927	1926	1925	1924	1923	1922	1921—
Februar	3	33	162	327	115	140	148	33
März—April	6	79	341	320	120	57	63	13
Mai	64	220	330	237	72	34	35	8
September	56	326	364	177	44	10	18	5

0° C. beobachtet wurden (März—April), nur eine geringe Vermehrung der jungen Schollen (Altersgruppen I—II) eingetreten war, dass erst im Mai die auffällig starke Zunahme der jungen Schollen erfolgte (Aufstehen aus der Winterruhe?), wogegen die weitere Verjüngung des Bestandes bis zum September verhältnismässig gering ist.

Der Granat (*Crangon vulgaris* Fabr.) in den holländischen Gewässern.

Von

B. Havinga.

Rijksinstituut voor Visscherijonderzoek, Amsterdam.

Seit der grundlegenden Arbeit von Ehrenbaum: Zur Naturgeschichte von *Crangon vulgaris* Fabr.[1]) haben nur wenig Fischereibiologen sich veranlasst gefühlt, sich eingehend mit der Lebensgeschichte dieses ungemein häufig und allgemein vorkommenden Krusters zu beschäftigen. In dieser Hinsicht sind noch die Arbeiten von Williamson[2]) und von Henking[3]) zu nennen. Die Ursache, dass der Granat so wenig die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gelenkt hat, wird zum grössten Teil in dem Umstand zu suchen sein, dass Ehrenbaum eine ausführliche Beschreibung der wichtigsten Tatsachen aus der allgemeinen Lebensgeschichte des Granat gegeben und die belangreichsten Fragen zur Lösung gebracht hat. Andrerseits hat sich nur selten die Notwendigkeit gezeigt, Schutzmassregeln zur Erhaltung des Granatbestandes einzuführen, so dass auch dadurch die Fischereibiologen sich nur wenig mit den speziellen Verhältnissen in anderen Küstengewässern als denen, welche Ehrenbaum in seine Untersuchung bezogen hat, bemüht haben.

Die Fruchtbarkeit des Granat ist so gross, dass Schutzmassregeln meistens ganz entbehrlich sind. Sie hat in den holländischen Gewässern auch immer genügt, um den Bestand auf natürliche Weise aufrechtzuhalten; es scheint aber, dass stellenweise durch die fortwährend zunehmende Intensität der Fischerei die Grenzen des Produktionsvermögens erreicht sind; die Erträge sinken, so dass von verschiedenen

---

[1]) Sonderbeilage zu den Mitteilungen der Sektion für Küsten- und Hochseefischerei. 1890.

[2]) On the larval Stages of Decapod Crustacea. The Shrimp (*Crangon vulgaris* Fabr.). Fish. Board f. Scotland. Ann. Rep. XIX. 1900.

[3]) Henking-Decker und de Vries. Die Garnelenfischerei. Abh. d. deutschen Seefischerei Vereins. Bd. 5. 1900.

Seiten Klagen über ungenügenden Fang erhoben wurden. Ich habe mich dadurch veranlasst gefühlt, die Lebensverhältnisse, die Fortpflanzung und das Wachstum in verschiedenen holländischen Gewässern eingehend zu untersuchen.

Die belangreichsten holländischen Gebiete, wo der Granat Gegenstand der Fischerei ist, sind: Dollart, Lauwerssee, Zuidersee, die Flussmündungen in Süd-Holland und Zeeland und die Nordseeküsten in der Nähe dieser Gewässer. Die Grösse der Erträge in diesen Gebieten ist aus Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1.

Erträge des Granatfanges in den belangreichsten Bezirken in 1000 kg.

Jahr	Zeeland[1])	S. Holland[2])	Nördlicher Teil der Zuidersee	Südlicher Teil der Zuidersee	Lauwerssee & Dollart	Total
1928....	1893	938	739	2117	2458	8145
1927....	1307	698	1112	2541[3])	1471	7129
1926....	1550	1009	742	1588	1131	6020
1925....	2497	1229	577	1910	1626	7839
1924....	2350	1060	724	1612	1448	7194
1923....	2028	1040	659	1594	892	6213
1922....	1655	866	398	1621	1067	5607
1921....	1613	1062	205	1925	540	5345
1920....	3410	854	339	1885	394	6882
1919....	1954	825	791	1747	712	6029
1918....	2096	1299	773	3787	793	8748
1917....	2109	889	611	2411	752	6772

Der Totalfang ist ziemlich grossen Schwankungen unterworfen, die grössenteils verursacht werden durch mehr oder weniger reichen Granatbestand, zum geringeren Teil jedoch auch der schwankenden Intensität der Fischerei zuzuschreiben sind. Die geringeren Erträge in Süd-Holland und Zeeland der letzten Jahre (1926 und 1927) sind aber nur die Folge des abnehmenden Reichtumes des Bestandes. Es ist noch nicht sicher, ob hier natürliche Schwankungen vorliegen oder ob eine zu

---

[1]) Westerschelde, Osterschelde, Grevelingen und deren Mündungen.

[2]) Hauptsächlich Haringvliet und dessen Mündung.

[3]) Die Zahlen für die Zuidersee sind in Wirklichkeit grösser, weil ein Teil des gefangenen Granat nicht sortiert wird, sondern zusammen mit Jungfischen verschiedener Arten als Geflügelfutter verwendet wird und nicht gesondert in der Statistik vorkommt.

intensive Fischerei in den vorletzten Jahren die Ursache ist. Der Rückgang der Fänge war in den süd-holländischen Gewässern am stärksten und gerade hier wurden grosse Mengen kleiner Granat für die Herstellung von Granatschrot verwendet. Der Gedanke liegt nahe, dass ein Zusammenhang zwischen diesen beiden Erscheinungen zu suchen ist.

Die Untersuchungsmethode war rein biometrisch. Die Proben, welche mir zugesandt oder von mir selbst gesammelt wurden, wurden immer auf dieselbe Weise bearbeitet. Männchen, Weibchen und eiertragende Weibchen wurden ausgesucht und jede Gruppe für sich gemessen. Von jedem eiertragenden Weibchen wurden eine Anzahl Eier genommen, von welchen je 3 Stück gemessen wurden und das Entwicklungsstadium bestimmt wurde. Die Granat, welche als Proben dienten, wurden entweder aus den Fängen der Fischer genommen (Westerschelde und Haringvliet) oder sie wurden mit einem Netz gefangen, das verfertigt wurde aus einer Austernkurre, deren Messer von einem dünnen Stahldraht und deren grobes Netz von einem feinen ersetzt wurde; mit diesem Netz gelang es fast immer, in 7 Minuten wenigstens eine Probe von 0,4 L. zu fangen. Die Proben wurden immer im Laboratorium untersucht, 1—2 Tage nachdem sie gefangen waren. Eine Konservierung konnte nicht unterbleiben, namentlich auch weil die Eier sonst bei der Versendung loslassen. Bei längerem Verbleiben in Formol schrumpfen die Embryonen stark zusammen, während die Eimembranen schwellen; eine Messung ist dann nicht mehr möglich. Bei Konservierung auf Alkohol werden die Embryonen undurchsichtig und ist die Entwicklung des Pigmentes nicht mehr zu verfolgen. Diese Schwierigkeiten wurden beseitigt, indem die Granat ungefähr 1 Stunde auf 2 % Formol aufbewahrt und dann ohne Flüssigkeit in Blechdosen versandt wurden.

Fortpflanzung.

Ehrenbaum hat gezeigt, dass der Granat zwei Hauptperioden der Eiablage hat, die erste fällt in die Zeit von Mitte April bis Anfang Juni, die zweite in den Oktober und November. Diese Perioden sind nach Ehrenbaum nicht scharf von einander getrennt, sondern sie fallen teilweise zusammen, weil im Frühjahr die fast reifen Eier zusammen mit den eben abgelegten vorkommen. Ich habe die Untersuchungen von Ehrenbaum in den holländischen Gewässern wiederholt und habe dabei die Entwicklung der Eier soviel wie möglich durch Messungen verfolgt. Der Reifungsvorgang der Eier geht nämlich mit einer beträchtlichen Längenzunahme (± 60 %) zusammen und im Anfang habe ich diese als ein Mass für das Entwicklungsstadium betrachtet. Die Messungen der Eilänge sind für jeden Monat der Jahre 1927 und 1928 in einer gra-

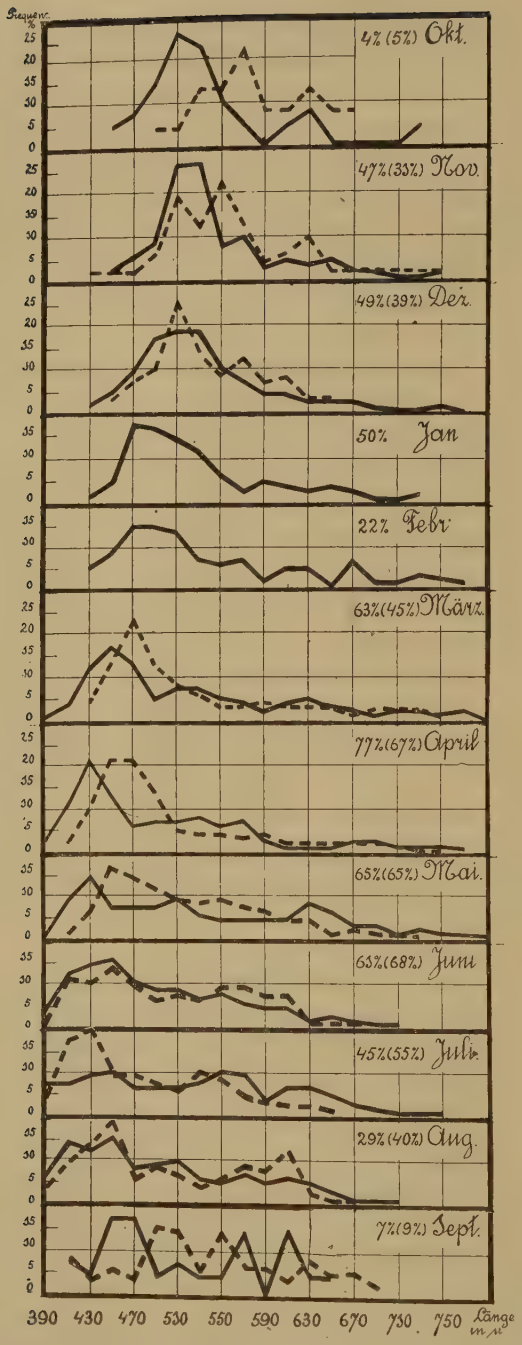


Abb. 1. Die durchschnittliche Länge von Granateiern in den verschiedenen Monaten des Jahres; die gezogenen Linien beziehen sich auf 1928, die gebrochenen auf 1927. Die Zahlen in den Figuren geben die Prozentsätze von eiertragenden Weibchen an (berechnet auf Weibchen von mehr als 50 mm Länge) für 1928 und für 1927 (....).

phischen Darstellung zusammengestellt (Abb. 1), während auch der Prozentsatz der eiertragenden Weibchen (berechnet auf die grösseren, geschlechtsreifen Weibchen) für jeden Monat hinzugefügt wurde; für die Bestimmung dieser Zahl wurden nur solche Proben verwendet, die aus Bezirken herstammen, wo die Larven ausschlüpfen. Aus den Zahlen in der Figur ersieht man, dass das ganze Jahr hindurch Eier vorkommen. Ein tiefes Minimum liegt jedoch in September und Oktober.

Bevor es möglich ist, die Perioden der Eiablage zu besprechen, ist es notwendig, uns erst mit der Länge der Eier zu beschäftigen. Es hat sich während der Untersuchungen nämlich gezeigt, dass diese Länge nicht immer als ein Mass für das Reifestadium zu verwenden ist: es gibt nämlich 2 Grössenklassen von Eiern und zwar sind die, welche im Winter abgelegt werden (welche ich Wintereier nennen werde), grösser als die im Sommer abgelegten (Sommereier). Es war deshalb notwendig, ein anderes Mass für die Unterscheidung der Reifestadien zu benutzen, das leicht und mit Sicherheit zu erkennen war; ich habe dazu die Entwicklung des Pigmentes gewählt und 4 Klassen unterschieden: 1° ohne Pigment, 2° mit Naupliusauge ohne Chromatophoren; 3° mit Chromatophoren; 4° mit grossen, sternförmigen Chromatophoren, zum Teil schon ausschlüpfend. Unter den Eiern, welche von Ende Oktober bis Anfang März abgelegt werden, kommen keine kleineren vor als 0,43 mm (Abb. 1); die durchschnittliche Länge der Eier ohne Pigment ist 0,51 mm, bei den von März bis September abgelegten Eiern sind diese Zahlen 0,37 mm und 0,42 mm. Bei den Wintereiern fängt das Naupliuspigment bei 0,53 mm an sich zu entwickeln, die Chromatophoren bei 0,60 mm, die Larven schlüpfen aus bei einer Länge der Eier von 0,70 bis 0,75 mm; bei den Sommereiern sind diese Zahlen: 0,45 mm, 0,51 mm und 0,62—0,70 mm. Die Wintereier sind also durchschnittlich 0,08 mm oder ungefähr 15 % länger als die Sommereier. Dadurch wird erklärt, dass in Figur 1 die Gipfel der Linien im Sommer — und oft auch die Linie in ihrem Ganzen — mehr nach links liegen als im Winter. Uebrigens zeigen die Linien von Februar bis Juni eine grosse Uebereinstimmung in Form. Die stärkst ausgesprochenen Gipfel liegen immer im linken Teil der Figur, während die Prozentsätze der grösseren Eier immer viel niedriger sind. Daraus erfolgt, dass die Eier in der ersten Zeit weniger schnell an Länge zunehmen als später. Auch dauert es ziemlich lange, bevor das Augenpigment zum Vorschein tritt.

Der Unterschied von Winter- und Sommereiern ist so gross, dass es in weitaus den meisten Fällen möglich ist zu bestimmen, welche von beiden vorliegen. Im Jahre 1928 wurden die ersten Sommereier am 7. März beobachtet, 1927 am 17. März. Die nach der Ruheperiode im

Oktober und später abgelegten Eier sind ohne Ausnahme Wintereier; die, welche Anfang Oktober noch anzutreffen sind, haben alle schon weit entwickelte Embryonen, es sind die letzten Sommereier, welche ungefähr am 10. September abgelegt sind. Vom 20. Sept.—10. Oktober kommen so gut wie keine neu abgelegten Eier vor und wir werden den Prozess der Ablage und Entwicklung der Eier von dieser Ruheperiode ab beschreiben.

Die ersten Weibchen mit Eiern sind vom 10. oder 20. Oktober an anzutreffen und schon in der ersten Dekade des November sind in einzelnen Proben bis über 40 % der Weibchen von mehr als 51 mm[1]) Länge mit Eiern besetzt. In den verschiedenen Teilen des Untersuchungsgebietes von der Westerschelde bis zum nördlichen Teil der Zuidersee erfolgt die Ablage gleichzeitig. Der Prozentsatz nimmt dann noch weiter zu, so dass er im November einen Durchschnittswert von 47 %[2]) erhält (1928; 1927 nur 31 %, ein Wert der aber auf nur 3 Beobachtungen beruht und sicher zu niedrig ist).

In den folgenden Monaten werden dann nicht mehr erheblich höhere Werte erreicht. Die Zahlen für Januar und Februar sind jedoch auch nicht gut mit den anderen zu vergleichen, weil dann der Granat und namentlich die Weibchen mit reifenden Eiern sich in solche Stellen zurückziehen, dass sie nicht mehr zu erbeuten sind. Es ist aber wahrscheinlich, dass Ende Februar — wenn die Weibchen mit reifenden Eiern wieder aus ihren Verstecken zum Vorschein kommen — nur wenig Wintereier mehr abgelegt werden; bald fängt dann die Periode der Sommereier an, wie aus dem Folgenden hervorgeht. Während von November bis zum 1. März auf Hunderten von Messungen nicht ein einziges Mal ein Durchschnittswert (berechnet nach je 3 Eimessungen) von 0,39—0,41 mm vorkommt, sind vom 7. März an 6,4 % der Eier von dieser Länge. Vom 22. Februar—1. März sind 25 % der Eier kleiner als 0,48 mm; vom 7.—31. März 56 %. Weiter sind die Eier mit mässig vorgeschrittener Entwicklung (Wintereier mit einer Länge von 0,49—0,60 mm) im März erheblich weniger zahlreich geworden (von 49 % im Februar auf 23 % im März). Wir sehen also, dass von Anfang März ab viele neue Eier abgelegt werden und zwar hauptsächlich Sommereier; dass die Zahl der mässig entwickelten Wintereier stark abnimmt, dass also die Zeit der Ablage der Wintereier beendet ist. Von Februar ab nehmen die Prozentsätze der eiertragenden Weibchen regelmässig zu, um im Frühling (April—

[1]) Unter Länge ist der Abstand vom Vorderende der Antennenschuppe bis zum Hinterende der Schwanzflosse zu verstehen.

[2]) Die Prozentsätze der eiertragenden Weibchen sind berechnet nach Zahlen, die nur Proben aus der I und II Zone (vgl. Abb. 3 und 4, Seite 68/69) entnommen sind.

Juni) ein Maximum zu erreichen (Zahlen in Abb. 1). Im Jahre 1928 liegt ein deutliches Maximum im April, 1927 sind die Zahlen im April, Mai und Juni ungefähr gleich gross. Von dann ab nehmen die Prozentsätze allmählich ab.

Um die Zeiten der Eiablage genauer zu bestimmen, ist es notwendig, auch die Entwicklungsstufen der Embryonen mit in Betracht zu ziehen. Um eine Uebersicht hierüber zu erhalten, ist in Tabelle 2 der monatliche Prozentsatz der eiertragenden Weibchen mit dem Prozentsatz, in welchem jedes Entwicklungsstadium in jedem Monat vorkommt, multipliziert; die so erhaltenen Zahlen geben also die absolute Häufigkeit der verschiedenen Entwicklungsstadien an.

Tabelle 2.

Die Häufigkeit der verschiedenen Entwicklungsstufen von Granateiern. Die Zahlen sind das Produkt der Prozentsätze, in welchen die eiertragenden Weibchen und derjenigen, in welchen die verschiedenen Entwicklungsstufen der Eier vorkommen.

Entwicklungsstufen		Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.
Ohne Pigment	1927	40	899[1]	1755	..	..	2880	4556	2405	3196	2695	1720	432
	1928	180	4230	3626	3600	1188	4221	4543	2145	2806	1395	1334	217
Mit Nauplius-auge	1927	240	1426	1287	..	..	720	670	1300	680	1155	760	225
	1928	88	282	784	550	440	819	1386	1300	1403	630	580	154
Mit Chromatophoren	1927	225	682	819	..	..	540	1206	2600	2584	1485	1400	252
	1928	132	188	441	650	418	945	1540	2470	1647	2160	870	287
Ausschlüpfend	1927	0	62	0	..	..	270	201	130	264	165	120	9
	1928	0	47	49	200	110	315	231	520	244	315	116	42

Hieraus geht hervor, dass eine Vermehrung von neu abgelegten Eiern im November, März—April und Juni vorkommt, und dass es also 3 Hauptlaichperioden gibt; während im Januar, Februar, Mai und Juli—Oktober weniger Eier abgelegt werden als in den vorgehenden und folgenden Monaten.

Obiges ist im Wesentlichen in Uebereinstimmung mit den Angaben von Ehrenbaum, der eine Hauptperiode im April—Anfang Juli und eine zweite im Oktober—November angibt; da aber diese Perioden durch Unterschiede in der Grösse der Eier zu unterscheiden sind, kommt es mir vor, dass deren Umgrenzung am scharfsten zu ziehen ist durch Berücksichtigung dieser Tatsache. Die Zeit der Eiablage ist dann in 2

[1]) Für den November 1927 liegen nur 3 Proben vor.

Perioden zu teilen: die Periode der Wintereier von Ende Oktober bis Anfang März und die der Sommereier ununterbrochen fortdauernd von Anfang März bis Ende August; in letzterer sind noch 2 Maxima und zwar im April und Juni zu unterscheiden. Die relative Dauer der 4 Entwicklungsstadien der Eier ist sehr verschieden, sie lässt sich auf folgende Weise berechnen. Ueber das ganze Jahr gerechnet sind von allen untersuchten Eiern 50 % ohne Pigment, 18 % sind mit Naupliusaugen ohne Chromatophoren, 28 % haben Chromatophoren, 4 % sind als dem Ausschlüpfen nahe unterschieden. Weil diese Zahlen über ein ganzes Jahr berechnet sind, also den vollständigen Entwicklungsgang von Winter- und Sommereiern umfassen, ist das Verhältnis der Dauer der Stadien auch 50 : 18 : 28 : 4. Mit Hilfe dieser Zahlen ist es nun möglich zu schätzen wieviel Tage die Dauer der ganzen Eientwicklung ist. Die ersten Sommereier wurden 1928 am 7. März beobachtet; am 24. April wurden die ersten Chromatophoren auf den Embryonen in Sommereiern gefunden, die Dauer der 2 ersten Stadien war also 48 Tage und die ganze Entwicklung dauerte $\frac{100}{68} \times 48 = 71$ Tage; die durchschnittliche Temperatur war 6°—7°. Wintereier wurden 1928 in erheblicher Zahl vom 15.—25. Oktober ab abgelegt, am 1. Dezember kommen in ungefähr gleicher Häufigkeit Embryonen mit Chromatophoren vor; diese brauchten dazu 40 Tage und die Dauer der ganzen Entwicklung würde $\frac{100}{68} \times 40 = 59$ Tage bei einer Temperatur von 10° sein. Zu ungefähr demselben Wert (mit Beachtung der Temperatur) komme ich durch die Beobachtung, dass am 8. November die ersten Embryonen mit Naupliusaugen vorkommen; das erste Stadium brauchte dann 19 Tage und die ganze Entwicklung 38 Tage, bei einer Temperatur von 12°. Embryonen, die dem Ausschlüpfen ganz nahe waren, kamen 1928 vom 12. Dezember ab vor, und abgelaichte Weibchen vom 4. Januar ab. Nehmen wir an, dass die ersten Larven also vom 28. Dezember ab ausschlüpfen, dann ist die ganze Entwicklungsdauer 69 Tage. Die 2 letzten Stadien haben dann 27 Tage gedauert (bei 5°—6°) und die ganze Dauer würde bei dieser Temperatur 90 Tage sein.

Für höhere Temperaturen sind folgende Zahlen zu nennen: die letzten Sommereier wurden 1928 am 2. Oktober gefunden, spätestens den 11. September wurden noch Eier gefunden, die vor kurzem abgelegt waren, vielleicht am 8. September, die Dauer der 3 ersten Stadien war also 24 Tage, von allen 4 Stadien 25 Tage bei einer Temperatur von $\pm$ 16°; dieselbe Berechnung ergab für 1927 34 Tage bei einer Temperatur von $\pm$ 16°. Dieser Wert findet von ganz anderer Seite eine kräftige

Bestätigung und zwar in einem Experiment von Ehrenbaum, der angibt, dass im Sommer in einem möglichst kühl gehaltenen Aquarium die Entwicklung der Eier sich in 4—5 Wochen vollzieht. Wenn man diese Zahlen für die Dauer und die Temperatur in einer graphischen Darstellung zusammenfasst (Abb. 2), zeigt es sich, dass die Werte ziemlich regelmässig geordnet sind und die Konstruktion einer Kurve ermöglichen, die das Verhältnis zwischen Temperatur und Entwicklungsdauer angibt. Obwohl die Beobachtungen nicht genügend zahlreich sind, um Sicherheit zu geben — eine Kontrolle durch Aquariumversuche bei verschiedenen Temperaturen wäre noch sehr erwünscht — so glaube ich doch, dass die Kurve ungefähr richtig ist, um so mehr weil das Verhältnis zwischen Temperatur und Dauer ungefähr dasselbe ist als bei der Dauer

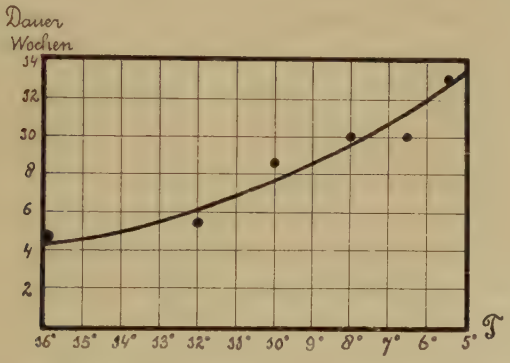


Abb. 2. Die Dauer der Eireifung bei verschiedener Temperatur.

der Larvenstadien vom Hummer (und zwar eine etwas mehr als 2 × längere Dauer bei 10° niedrigerer Temperatur). Die Zeit, in welcher die Eier hauptsächlich vorkommen (November—August), könnte man in Bezug auf die Temperatur in 3 Perioden teilen und zwar Dezember—März — in welcher Zeit die Tiere, und namentlich die eiertragenden Weibchen, sich in die Nordsee zurück gezogen haben — mit einer durchschnittlichen Temperatur von ± 5°—6°, eine vom April, Mai und November mit 9° und eine vom Juni—August mit 16°. Die Entwicklungsdauer der Eier wäre bei 5°—6° auf 13 Wochen, die bei 9° auf 9 Wochen und bei 16° ungefähr auf 4,5 Wochen zu stellen sein; die durchschnittliche Dauer ist dann 9,2 Wochen. Durchschnittlich waren vom Februar 1928—Januar 1929 (aber September und Oktober nicht mitgerechnet) in der ganzen Westerschelde — auch die Bezirke mitgerechnet, in denen wenig oder fast keine Weibchen mit Eiern vorkommen — 41 % der Weibchen von mehr als 50 mm Länge mit Eiern besetzt. Um diesen Prozentsatz

zu erhalten, müssen $\frac{41}{100} \times \frac{43 \text{ (d. i. 52 Wochen—September \& Oktober)}}{9.2}$ = 1,9 Mal im Jahr Eier abgelegt werden. Dieser Prozentsatz ist berechnet auf Weibchen mit einer Länge von über 50 mm. Würde derselbe aber auf eine grössere Länge z.B. von über 60 mm berechnet sein, dann würde der Prozentsatz erheblich grösser und zwar 69,7. Um diesem Prozentsatz zu erhalten, sollen $\frac{69,7}{100} \times \frac{43}{9,2} = 3,2$ Mal (also ungefähr 3 Mal) im Jahre Eier abgelegt werden. Nun sind die Schätzungen zwar roh aber die Fehler sind doch nicht so gross, dass ein solcher Prozentsatz zu bekommen wäre bei einer zweimaligen Eiablage im Jahr; für die Dauer der Eireifung müsste dann ein Wert von ungefähr 15 Wochen gefunden sein und das ist völlig unvereinbar mit meinen Zahlen und mit dem Aquariumversuch von Ehrenbaum. Wir können also berechnen, dass die kleineren (51—61 mm langen) Granatweibchen 2 Mal im Jahr, die grösseren 3 Mal im Jahr Eier ablegen. In Wirklichkeit sind die Verhältnisse jedoch anders als hier beschrieben ist: die kleinen Weibchen von z.B. 55 mm Länge treten bei der Häutung nach der 1. Eiablage in die zweite Kategorie von mehr als 60 mm Länge über und legen dann wahrscheinlich vor dem Oktober noch 2 Mal Eier ab. An ihrer Stelle kommen in die erste Kategorie Weibchen, die im November noch nicht geschlechtsreif waren und die vor dem Oktober deshalb nur 2 Mal oder selbst nur 1 Mal Eier ablegen.

Es gibt noch eine weitere Andeutung, dass die grösseren Weibchen 3 Mal im Jahr Eier erzeugen. Die grossen Prozentsätze dieser eiertragenden Weibchen im Winter weisen daraufhin, dass sie alle 1 Mal Winter eier ablegen, Die Periode der Wintereier dauert von Ende Oktober—Anfang März, also 5 Monate, die Sommerperiode wenigstens gleich lang, die Temperatur ist aber so viel höher, dass die Entwicklungsdauer ungefähr 2 × kürzer ist und doch sind die Prozentsätze der Weibchen mit Sommereiern in diesen 5 Monaten höher als in den Wintermonaten. Um diese Prozentsätze zu erhalten, werden also auch 2 × im Sommer Eier abgelegt werden müssen. Ich glaube also sagen zu dürfen, dass alle im November—Dezember geschlechtsreifen Granatweibchen 3 Mal im Jahr Eier ablegen.

Die Weibchen, welche im Januar schon abgelaicht sind, werden für das 2. Mal im März wieder Eier ablegen (Sommereier), welche für ihre Entwicklung nicht mehr als 10 Wochen brauchen, so dass sie Mitte Mai wieder abgelaicht sind. Im Juni oder Juli werden diese dann zum 3. Mal Eier erzeugen. Weibchen, welche im Herbst oder Winter später angefangen sind, werden vielleicht auch das 2. und 3. Mal später kom-

men (Mai, bezw. Ende Juli und August); bei diesen dauert die 2. Periode aber kürzer, weil sie später im Jahr und also bei höherer Temperatur fällt. Es kommen geschlechtsreife Weibchen vor mit einer Länge von 49 mm ab (ausnahmsweise selbst bei 43 mm), die meisten legen aber erst Eier ab, wenn sie 55—57 mm Länge erreicht haben.

Es gibt zwar keine scharfen Unterschiede in der Zeit der Eiablage von grösseren und kleineren Weibchen, einige geringere treten jedoch hervor. Im November bis in den Januar legen verhältnismässig wenig kleine Weibchen Eier ab. Dagegen werden die ersten Sommereier im März bei den kleinen Weibchen — von denen verhältnismässig viele noch unter 51 mm (selbst bis zu 43 mm) sind — sichtbar, diese legen offenbar zum ersten Mal Eier ab. Während im November—Januar ungefähr zweimal soviel grosse Weibchen mit neuabgelegten Eiern vorkommen als kleine, ist Anfang März dieses Verhältnis gerade umgekehrt (Tabelle 3).

Tabelle 3.

Prozentsätze der verschiedenen Entwicklungsstadien der Eier bei Weibchen, kleiner und grösser als 60 mm.

Grösse	Entwickl. d. Eier	Nov.	Dec.		Jan.	März		Apr.	Mai		Juni		Juli	
		1—15	1—15	16—31	1—15	1—15	16—31	16—30	1—15	16—31	1—15	16—30	1—15	16—31
<60 mm	Ohne	36	37	40	12	66	54	52	58	51	55	39	53	19
>60 mm	Pigment	*63*	*62*	*59*	*88*	*33*	*44*	*49*	*41*	*49*	*45*	*60*	*47*	*81*
<60 mm	Mit Nau-	0	24	27	10	55	35	45	34	49	65	47	41	45
>60 mm	pliusauge	*99*	*77*	*72*	*90*	*46*	*66*	*54*	*67*	*50*	*34*	*54*	*59*	*55*
<60 mm	Mit Chro-	20	20	34	34	24	53	50	42	45	54	54	72	36
> 60 mm	matophor.	*80*	*79*	*67*	*66*	*76*	*47*	*51*	*59*	*54*	*45*	*47*	*28*	*64*

Ein Versuch zum Erklären dieser Tatsache wird auf S. 77 gegeben. Die kleinen Weibchen, welche im März zum ersten Mal Eier ablegen, sind bei der folgenden Eiablage zum grössten Teil in die Kategorie der Grossen übergetreten, und die dadurch entstehende Lücke in den Reihen der Kleinen wird nicht vollständig wieder aufgefüllt, denn von Ende Juni bis September gehören die eiertragenden wieder zum grössten Teil zu den grossen Weibchen. Die Weibchen, welche im Sommer eine Länge von 50—60 mm erreichen, werden daher nicht geschlechtsreif vor Oktober—November, sind dann aber auch so gross geworden, dass sie zur Kategorie der grossen Weibchen zu rechnen sind. Diese sind es wahrscheinlich, die in November und Anfang Oktober die Periode der Winter-Eiablage anfangen, denn es ist auffallend, dass die ersten

eiertragenden Weibchen hauptsächlich zu den mittelgrossen Tieren (57—67 mm) gehören, während später (Ende Dezember—Januar), weil viele sehr grosse hinzukommen, die Hauptmenge von den grossen Weibchen gebildet wird. Es ist also wahrscheinlich, dass sowohl beim

Abb. 3. Das Beobachtungsgebiet der Zuidersee und die Teilung in Zonen I—IV.

Anfang der Wintereier-, wie bei dem der Sommereierperiode die Weibchen voran gehen, welche zum ersten Mal geschlechtsreif werden.

Die verschiedenen Bezirke wurden in Zonen geteilt (I—IV; Abb. 3 und 4), die hauptsächlich durch Unterschiede von den Fortpflanzungsverhältnissen zu unterscheiden sind. Im Abschnitt »Wanderungen« wird es sich aber zeigen, dass dieselbe Einteilung auch dabei wiederholt zu benützen ist, so dass sie als eine natürliche gelten kann.

I. Zone: in dieser schlüpfen die Larven sowohl im Winter wie im Sommer aus;
II. Zone: reife Eier kommen nur im Sommer (vom April ab) vor;
III. Zone: Weibchen mit Eiern kommen vor, aber die Eier werden hier nicht reif;
IV. Zone: eiertragende Weibchen fehlen das ganze Jahr hindurch.

Die Grenzen der Zonen sind in den Karten angegeben, sie sind selbstverständlich in Wirklichkeit nicht so scharf wie hier angegeben und Temperatur und Salzgehalt können ihre Lage in starkem Masse beeinflussen. Die Grenzen der Zonen sind in der Westerschelde am schärfsten anzugeben; hier nimmt in einem beschränkten Gebiet der Salzgehalt

Abb. 4. Das Beobachtungsgebiet in der Westerschelde und die Teilung in Zonen I—IV.

flussabwärts ganz allmählich regelmässig zu. Schwieriger wird es im Zuiderseegebiet, dessen Oberfläche so gross ist, dass eine gute Uebersicht nur durch eine ungeheure Anzahl von Proben zu erhalten wäre; die Grenzen namentlich zwischen II und III sind hier dann auch nur als annäherend richtig zu betrachten. Im Haringvliet ist der Versuch die Grenzen anzugeben nicht gemacht; durch die grossen Schwankungen, die hier im Salzgehalt vorkommen können, ist das fast ganz unmöglich.

Ich habe angenommen, dass die Larven ausschlüpfen an Stellen, wo hohe Prozentsätze von Eiern vorkommen, in welchen die Embryonen grosse sternförmige Chromatophoren und wohl entwickelte Gliedmassen haben und die bei durchschnittlicher Temperatur in höchstens einer Woche ausschlüpfen.

Im Sommer kommen reife Eier ziemlich weit flussaufwärts vor; das spezifische Gewicht des Wassers ist an der Obergrenze ungefähr 1,019. Im Winter dagegen ziehen die Weibchen mit reifen Eiern sich in die

Nähe des Meeres zurück und je tiefer die Temperatur in den Flussmündungen sinkt, um so weiter entfernen sie sich aus diesen. Ende Januar und Anfang Februar findet man reife Eier in erheblicher Menge nur einige Meilen von der Küste in der Nordsee. Im Abschnitt »Wanderungen« wird dies weiter Erwähnung finden. Wenn im Februar oder März die Granat wieder flussaufwärts ziehen, befinden sich unter ihnen auch eiertragende Weibchen, und vom April ab findet man auch in der II. Zone reife Eier, und im Sommer in einer Anzahl nicht viel kleiner als in der I. Zone.

Ein ausgedehntes Laichgebiet in der II. Zone bildet der nördliche Teil der Zuidersee, das im Sommer von einer grossen Menge Granat bevölkert wird, der zu einem bedeutenden Teil aus Weibchen besteht, welche mit allen Entwicklungsstufen von Eiern besetzt sind.

Die Begattung der Weibchen findet kurze Zeit nach der Häutung statt, und obgleich nicht jede Häutung mit der Fortpflanzung im Verbindung steht, so kann die Häufigkeit, mit welcher eben gehäutete Weibchen vorkommen, uns einigermassen eine Andeutung geben, in welcher Zeit und an welchen Orten die Begattung stattfindet. In Tabelle 4 ist eine Anzahl Beobachtungen über das Vorkommen von eben gehäuteten Granatweibchen vereinigt; als eben gehäutet wurden betrachtet Tiere, die sich noch weich anfühlten; ein ziemlich subjectives Mass also. Die Zahlen zeigen ziemlich grosse Unregelmässigkeiten und Unterschiede in den

Tabelle 4.

Häufigkeit von eben gehäuteten Granatweibchen, über 50 mm lang, berechnet in Prozenten auf die nicht eiertragenden Weibchen über 50 mm und auf das Total, die eiertragenden mitgerechnet: Zahlen ( ).

Monat	Zuidersee	Haringvliet	Westerschelde	Im Durchschnitt
Februar	..	2 (2)	..	2 (2)
März	25 (10)	10 (6)	8 (5)	14 (7)
April	23 (7)	14 (5)	21 (7)	19 (6)
Mai	16 (5)	39 (10)	10 (5)	22 (7)
Juni	11 (6)	19 (8)	11 (4)	14 (6)
Juli	6 (3)	12 (6)	2 (1)	7 (3)
August	..	1 (0)	5 (3)	3 (1)
September	..	6 (6)	3 (3)	4 (4)
Oktober	18 (17)	28 (15)	9 (7)	17 (13)

3 Bezirken, was zum Teil davon herrührt, dass die Zahl der grossen Weibchen (ohne Eier) in vielen Proben gering ist, zum Teil auch davon, ob

die Proben in frischem oder konserviertem Zustand untersucht wurden. Eine Tatsache geht jedoch mit grosser Deutlichkeit aus der Tabelle hervor und zwar diese, dass, während im August und September eine geringe Zahl Häutungen vorkommt, diese Zahl im Oktober plötzlich sehr gross wird. Ohne Zweifel wird dies im Verbindung stehen mit der in Ende Oktober und Anfang November fallenden Eiablage. Die Begattung geht der Eiablage also einige Zeit und zwar 2—4 Wochen voran.

Auch den ganzen Frühling hindurch findet man hohe Prozentsätze von eben gehäuteten Weibchen; dies ist ein Beweis dafür, dass die Weibchen nach der ersten Eiablage sich häuten und aufs Neue begattet werden. Während es wohl sicher ist, dass bei den hohen Sommertemperaturen (Juli—September) das Wachstum der Weibchen schneller vor sich geht wie im Frühling, ist die Zahl der Häutungen im Frühling doch viel grösser. Wir müssen also annehmen, dass die Häutungen nicht nur hervorgerufen werden durch das Bedürfnis zur Grössenzunahme sondern auch durch das zur Begattung. Man könnte also unterscheiden zwischen einer Wachstums- und Fortpflanzungshäutung. Es wäre interessant durch Aquariumsversuche zu erforschen, ob bei jener auch eine stärkere Grössenzunahme stattfindet wie bei dieser.

Es hat sich gezeigt, dass der Prozentsatz der eben gehäuteten Weibchen auch in der IV. Zone hoch sein kann; dies und der Umstand, dass die Männchen im Spätsommer und Herbst sich in dieser IV. (und III.) Zone in grosser Zahl zeigen, machen es sehr wahrscheinlich, dass die Begattung auch im Brackwasser stattfindet und namentlich auch während des Zuges der Weibchen zu den salzreicheren Gewässern, der im Herbst stattfindet.

Aus fischereilicher Hinsicht ist es nicht nur wichtig, dass jedes Jahr eine grosse Menge Weibchen für die Fortpflanzung geschont wird, sondern auch die Grösse der Tiere ist von Wichtigkeit. Bei kleinen und mittelgrossen Tieren nimmt die Zahl der Eier im Verhältnis zur Länge der Weibchen so zu, dass bei 1 mm Längezunahme die Zahl der Eier mit 7,4 % zunimmt oder bei 10 mm Längezunahme 2 Mal grösser wird, nur bei den sehr grossen Tieren ist die Zahl der Eier nicht so gross wie aus dieser Formel hervorgehen würde (Tabelle 5).

Tabelle 5.

Eizahl beim Granat von verschiedener Länge.

Länge (von Rostrum-Telson)	Zahl der Eier	Länge (von Rostrum-Telson)	Zahl der Eier
40 mm	1560	65 mm	8820
50 -	3120	70 -	11500
60 -	6240	75 -	14200

Wachstum.

Im Allgemeinen sind wir über die Wachstumsgeschwindigkeit der Krebstiere, auch der wirtschaftlich wichtigen Arten, nur sehr unvollkommen unterrichtet. Das Fehlen von Altersmerkmalen und die periodische Grössenzunahme machen oft einen klaren Einblick in die Wachstumsverhältnisse unmöglich, während dieser durch Markierungsversuche auch nicht zu erhalten ist. Für den Granat kommen dann noch 2 besondere Schwierigkeiten hinzu und zwar seine grosse Beweglichkeit, so dass man das Wachstum derselben Tiere an einem bestimmten Ort nicht durch Messungen verfolgen kann und zweitens der Umstand, dass die Laichperiode sich fast über das ganze Jahr fortsetzt. Es ist dadurch, auch wenn man über eine enorme Anzahl Messungen verfügt, ausserordentlich schwer, die Längengrenzen der verschiedenen Jahresklassen zu bestimmen. Es gibt wohl Vermutungen, wenn man sich längere Zeit mit Granat bemüht, aber Genauigkeit und Sicherkeit sind schwerlich zu erhalten.

Ehrenbaum gibt einige Angaben über Alter und Länge, aber dieselben sind nicht sehr ausführlich, so dass eine Nachprüfung an dieser Stelle seinen Wert haben kann.

Bei den Messungen müssen immer die Männchen und Weibchen auseinander gehalten werden, weil jene bedeutend kleiner bleiben; wir werden uns hier erst beschäftigen mit den Weibchen. Eine Uebersicht der Messungen von den Weibchen gibt Abb. 5, wo alle Messungen nach Monaten geordnet, graphisch dargestellt sind und zwar für die Jahre 1927 und 1928 gesondert. Es fällt auf, welchen unregelmässigen Zickzackverlauf diese Linien haben. Gipfel, welche in einem Monat sehr hoch sind, können in einem folgenden gar nicht oder nur mit Mühe zu unterscheiden sein. Das hängt damit zusammen, dass oft die Granat von einer beschränkten Längengruppe Vorliebe für bestimmte Fangstellen zeigen, kurze Zeit später aber von einer anderen Gruppe ersetzt sind. Auf diese Weise findet man an derselben Fangstelle oft starke Unterschiede in der Grösse; sind dann auch noch die Fangstellen nicht dieselben, dann wird es begreiflich, dass eine so grosse Variation in der relativen Häufigkeit der verschiedenen Längengruppen, in der Höhe der Gipfel in der graphischen Darstellung also, vorkommen kann. Ich habe versucht, soviel wie möglich jeden Gipfel in einem Monat mit dem Gipfel bei der nächstfolgenden Länge im folgenden Monat zu verbinden; oft ist die Linie senkrecht oder sie müsste sogar zurücklaufen, nur sehr wenige Gipfel müssten völlig vernachlässigt werden. Die Linien zwischen den Gipfeln in den aufeinander folgenden Monaten stellen also das Wachstum der am häufigsten vorkommenden Längengruppen vor. Es

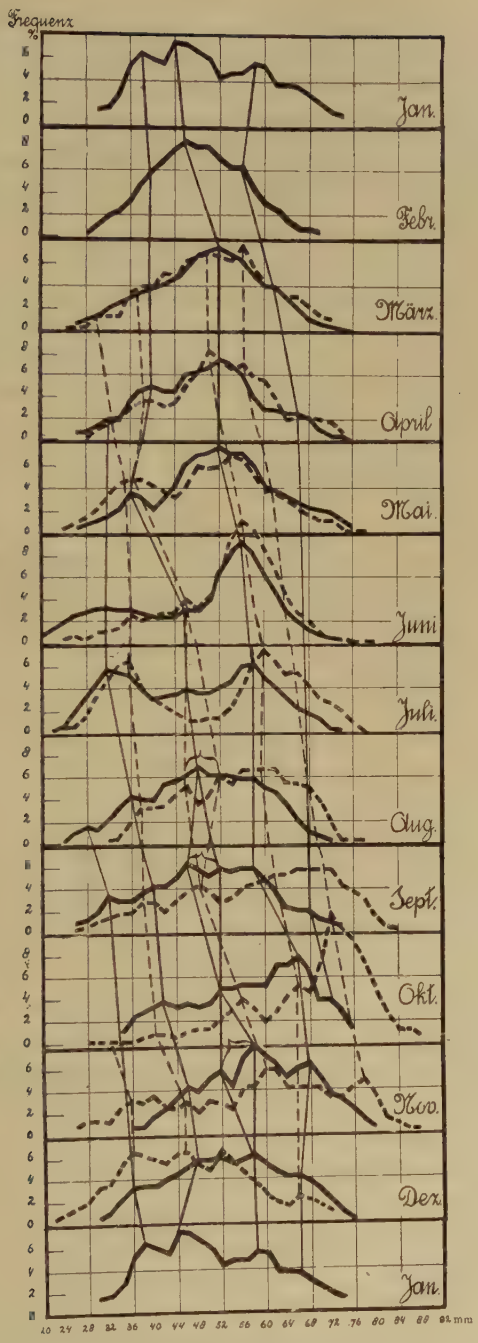


Abb. 5. Länge von Granatweibchen in den verschiedenen Monaten des Jahres. Die gezogene Linie bezieht sich auf 1928, die gebrochene auf 1927. Weil vom Januar 1927 und 1928 keine Messungen vorliegen, ist die Linie für 1929 gegeben und zwar sowohl am Anfang wie am Ende der Figur. Die senkrechten dünnen Linien verbinden soviel wie möglich die Gipfel in den aufeinander folgenden Monaten.

sind 5 solche Wachstumslinien zu unterscheiden, von denen 2 erst im Laufe des Jahres beginnen. Eine Schwierigkeit bilden die Gipfel im Mai in beiden Versuchsjahren. Diese stark hervortretenden Gipfel schliessen weder bei den vorgehenden noch bei den folgenden an. Ich habe angenommen, dass hier 2 Altersgruppen vorkommen, die so wenig in Länge von einander verschieden sind, dass die 2 Gipfel zu einem zusam-

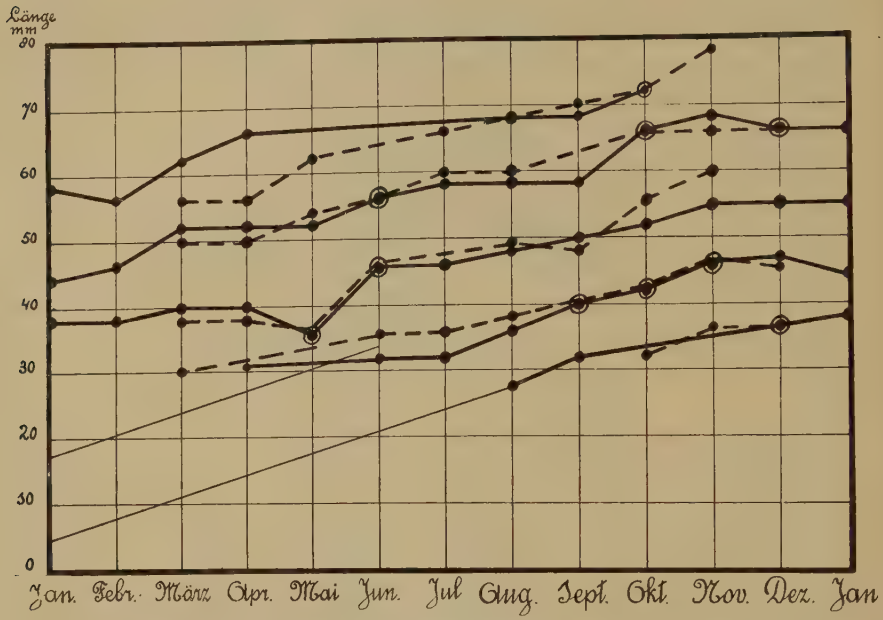


Abb. 6. Wachstum der verschiedenen Längengruppen von Granatweibchen im Laufe des Jahres. Die Linien sind dieselben wie die senkrechten Linien in Abb. 5. Die dünnen Linien sind extrapoliert.

menfliessen. Bisweilen habe ich angenommen, dass eine Gruppe durch 2 Gipfel vorgestellt wurde (z.B. August 1927, September 1928 und November 1928). Einer deutlicheren Uebersicht halber habe ich die Verbindungslinien über 90° gedreht und in Abbildung 6 auf anderem Masstab wieder gezeichnet.

Es zeigt sich, dass die Linien in den beiden Versuchsjahren in guter Uebereinstimmung mit einander sind und wenn die Unebenheiten in den Linien egalisiert werden, zeigen diese einen fast parallelen Verlauf. Es fragt sich nun, welche Altersklassen die Linien vorstellen und zur Beantwortung werden wir mit den beiden unteren anfangen, die also die jüngsten Tiere in den Fängen darstellen; Fänge mit sehr feinmaschigen Netzen in denen auch noch kleinere Tiere zu fangen wären, stehen leider nur in geringer Zahl zur Verfügung. Extrapoliert man nun

die Egalisierungslinien durch gerade Linien[1]) ungefähr in deren Verlängerung, dann schneidet die untere Linie die wagerechte Linie für 5 mm — dies ist die Länge des 1. Jugendstadiums nach der Larvenzeit — ungefähr beim Januar und die obere ungefähr beim August. Danach glaube ich zu der Annahme berechtigt zu sein, dass erstere sich bezieht auf Tiere, welche von Wintereiern herstammen, letztere von Sommereiern. Der erste Schneidepunkt liegt zwar etwas zu früh im Jahr, aber das rührt wohl daher, dass beim Fang eine Selektion ausgeübt wird und nur die grössten Tiere der jüngsten Altersklassen gefangen werden, wodurch auch die Wachstumsgeschwindigkeit grösser ist als sie zu sein scheint, denn der Einfluss der Selektion wird mit dem Heranwachsen der Tiere immer kleiner. Deshalb ist auch die Linie für die Tiere von Sommereiern vom Juni ab und nicht vom März ab, dem Erscheinen der ersten Tiere in den Fängen, extrapoliert. Eine andere Möglichkeit wäre, dass die kleinsten Granat — die untere Linie — Sommerlarven wären; die Wachstumsgeschwindigkeit müsste dann aber eine so grosse sein, dass sie völlig verschieden wäre von den sonstigen Altersgruppen. Dass die obere der 2 hier behandelten Linien Winterlarven desselben Jahres wären, ist wohl ganz unmöglich; die im Juni ungefähr 32 mm langen Tiere werden in den vorgehenden 4 Monaten ungefähr gleich schnell gewachsen sein wie die im August zuerst erscheinenden Tiere, die von dann ab bis November von ± 28 mm zu ± 36 mm also 8 mm aufgewachsen sind. Die im Juni 32 mm langen Tiere waren also im Februar schon 24 mm lang und eine solche Länge können die frühestens Anfang Januar geborenen Winterlarven bei einer niedrigen Temperatur unmöglich erreicht haben. Wir können also mit ziemlich grosser Sicherheit annehmen, dass die obere der 2 Linien Sommerlarven des vorigen Jahres und die untere Winterlarven desselben Jahres vorstellt. Eine ähnliche Extrapolation bei der 3. Linie von unten kann nur auf eine sehr beschränkte Genauigkeit Anspruch machen; sie würde einen Schneidepunkt für das Ende der Larvenzeit noch vor dem Oktober geben; derselbe Fehler der auch bei einer obigen Extrapolation einen zu frühen Wert gab, wird hier noch grösser sein. Ein grosser Wert ist daher in diesem Fall der Extrapolation nicht zuzuschreiben, sie kann nur einen Hinweis geben, dass die 3. Gruppe aus Winterlarven besteht.

---

[1]) Eine gerade Linie ist zwar nicht eine genaue Wachstumslinie, aber über das ganze Jahr gerechnet ist in den 3 oberen Linien der Unterschied davon nicht gross. Es ist nicht ohne Bedeutung, dass die gerade Linie denselben Verlauf hat, wie Ehrenbaum angibt für die Wachstumsgeschwindigkeit der Granatlarven; diese nehmen in 4—5 Wochen von 1,8 mm bis zu 5 mm in Länge zu; wir müssen dann annehmen, dass dies für die durchschnittliche Jahrestemperatur gültig ist.

Dies ist auch darum sehr wahrscheinlich, weil ihre Länge beim Anfang der Linie (Januar) gut anschliesst an die Länge, die die 1. (unterste) Gruppe in der Figur im Dezember erreicht hat. Dieselbe Uebereinstimmung findet man auch zwischen dem Anfang der 4. Gruppe (von unten ab gerechnet) und dem Ende der Linie der 2. Gruppe im Dezember. Dasselbe ist gültig für die 3. und 5. Linie. Zusammenfassend glaube

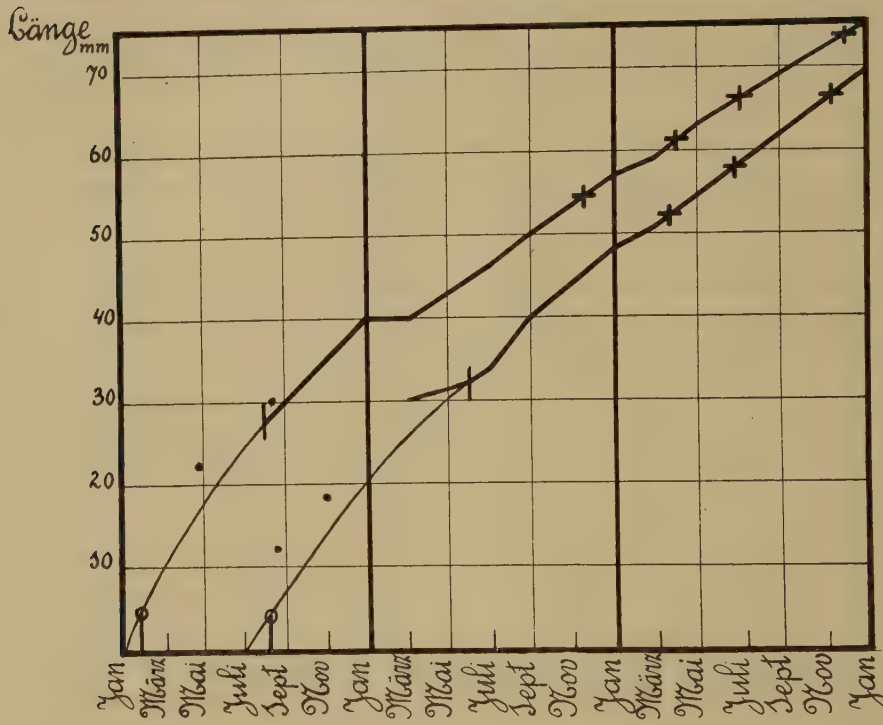


Abb. 7. Wachstum von Granatweibchen; die obere (bezw. untere) Linie wurde durch Aneinanderreihen der egalisierten 1., 3. und 5. (bezw. 2. und 4.) Linie von unten in Abb. 6 zusammengesetzt; die obere bezieht sich auf Tiere, die von Wintereiern, die untere auf Tiere, die von Sommereiern herstammen. Die dünnen Teile der Linien sind extrapoliert; die ∞ geben das Ende der Larvenzeit an; die ++ die Zeit der jedesmaligen Eiablage, die •• die durchschnittlichen Längen von kleinen, mit einer feinmaschigen Kurre gefangenen Tieren.

ich also zu der Annahme berechtigt zu sein, dass der Granatbestand, wie er in den Fängen vorkommt, durch Messung in Gruppen aufgeteilt werden kann, welche je von Winter- und Sommereiern abzuleiten sind. In Abb. 7 sind die Linien 1, 3, 5 und 2, 4 zu je einer zusammengestellt; die 2 so erhaltenen Linien geben dann das Wachstum von je Winter- und Sommerlarven über ungefähr 2 Jahre wieder. Bei den extrapolierten

Teilen der Linien sind noch die Ergebnisse von einigen Fängen mit feinmaschigen Kurren eingezeichnet. Sie geben Grund zu der Annahme dass die Extrapolation jedenfalls nahezu richtig ist. Die aus den Wintereiern geborenen Tiere, welche im Januar anfangen zu erscheinen, sind im Januar des folgenden Jahres 40 mm lang, im Laufe dieses Jahres erreichen sie eine Länge, in der sie geschlechtsreif werden (die Linie kommt oberhalb der 50 mm) und im November legen sie zum ersten Mal Eier ab, ungefähr im März zum 2. Mal und im Juli zum 3. Mal. Die im Sommer geborenen Tiere sind im Januar 21 mm lang, im Januar

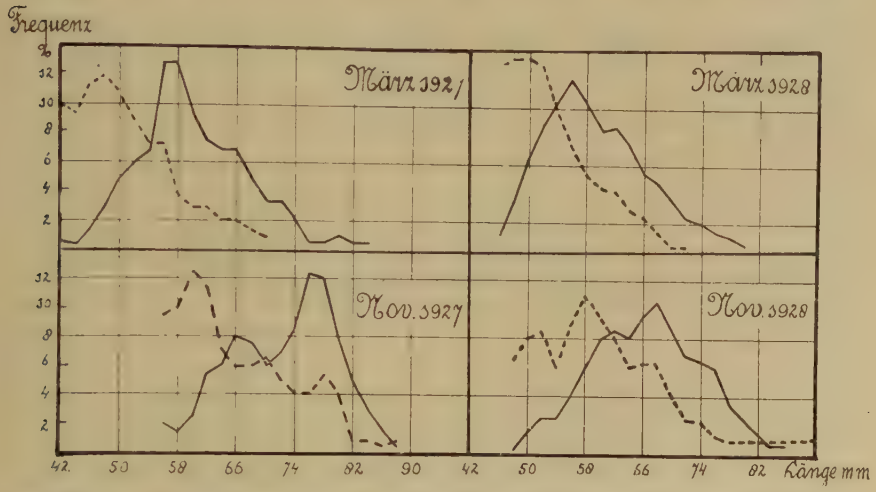


Abb. 8. Die Längen-Frequenzen von eiertragenden (gezogene Linien) und nicht eiertragenden (gebrochene Linien) Granatweibchen je von derselben Länge ab gerechnet, im März und November 1927 und 1928.

des folgenden Jahres 48 mm; sie werden im darauf folgenden März zum 1. Mal geschlechtsreif und im Juni oder Juli zum 2. Mal. Die im Sommer geborenen Tiere fangen ihre Geschlechtsreife also mit dem Ablegen von Sommereiern, die aus Wintereiern herstammenden mit dem von Wintereiern an. Wenn diese Annahme richtig ist, dann müssen, wie aus Abb. 7 zu ersehen ist, unter den eiertragenden Weibchen im März kleinere Individuen vorkommen als im November. Man findet das in den Messungen auch tatsächlich bestätigt; im März sind eiertragende Weibchen kleiner als 54 mm in viel grösserer Zahl vorhanden als im November, während in jenem Monat selbst bei einer Länge von 42 mm Eier angetroffen werden (Abb. 8). Aber nicht nur kommen im März kleinere eiertragende Weibchen vor, auch die durchschnittliche Grösse ist dann geringer. Wie Abb. 7 zeigt, legen dann Weibchen mit

einer Länge von 52 und 61 mm Eier ab und dazu Tiere, welche ein Jahr älter sind; diese kommen aber so wenig mehr in den Fängen vor, dass sie statistisch fast keine Bedeutung mehr haben. Im November dagegen werden Weibchen von 55 mm und dazu die noch ziemlich reichlich vertretenen Gruppen von 66 mm und 73 mm geschlechtsreif. In Tabelle 6 wird ein Vergleich von den Längen in November und März gegeben wie sie aus Abb. 7 abzulesen sind und die Längen, wie sie tatsächlich gefunden sind. Es zeigt sich dann, dass die Uebereinstimmung in den

Tabelle 6.

Länge von eiertragenden Granatweibchen im November und März, wie sie aus Abb. 7 zu berechnen ist im Vergleich mit den wirklich gefundenen Werten.

	November			März			
Länge nach Abb. 7 ..	55 mm	66 mm	73 mm	52 mm	61 mm	73 mm	..
Tatsächlich gefunden: 1928	62 —	68 —	76 —	56 —	62 —	..	78 mm
Tatsächlich gefunden: 1927	62 —	66 —	76 —	56 —	66 —	72 —	80 —

meisten Fällen gut ist, nur liegen die kleinsten wirklich gefundenen Werte in beiden Monaten höher als die berechneten, was daraufhin weist, dass nur die grösseren Tiere dieser Gruppen geschlechtsreif werden. Auch in dieser Hinsicht zeigt sich ein Unterschied zwischen März und November: im Abb. 8 sind die Längen der Weibchen mit und ohne Eier dargestellt, man ersieht daraus nicht nur, dass von den kleinen Tieren die Prozentsätze der nicht Eiertragenden viel grösser sind, aber auch dass dieses Verhalten im März von 54 mm ab umgekehrt wird, im November dagegen erst bei 62 mm (1928) und bei 66 mm (1927).

Bei der Besprechung der Wanderungen wird daraufhin gewiesen werden, dass im Brackwassergebiet im Laufe des Sommers regelmässig neue Zuwanderung stattfinden muss. Der Granat, der sich im April in grösseren Mengen in der Zuidersee zu zeigen pflegt, bestand im Jahre 1928 hauptsächlich aus Tieren von 38—48 mm Länge, zum grössten Teil werden das die Nachkommen von Wintereiern von 1927 gewesen sein; im Mai und Juni ist diese Gruppe deutlich zu verfolgen. Im Juli tritt dann eine Komplikation auf, die durchschnittliche Länge wird kleiner da viele Tiere von 32—38 mm hinzu kommen; es müssen das Sommerlarven von 1927 sein. Die graphische Darstellung dieser Mischung ist nicht genau zu analysieren. Es ist aber wahrscheinlich, dass 1928 im September die Winterlarven von 1927 in diesem Gebiet eine Länge

erreicht haben von 50—56 mm, im Oktober von 56—64 mm und die Sommerlarven 1927 eine von ± 36—40 mm im September und von 38—46 mm im Oktober. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass sich unter den grösseren Tieren auch noch ältere befinden; die hohen Frequenzen von 60 mm im Juli und von 64 mm im Oktober weisen daraufhin. Wir können also als wahrscheinlich annehmen, dass das Brackwassergebiet der Zuidersee im Sommer bevölkert wird von Tieren in ihrem 2. Lebensjahr, welche sowohl zu Winter- wie Sommerlarven (namentlich später im Sommer) des vorigen Jahres gehören; erstere erreichen im Oktober, wenn sie sich aus diesem Gebiet zurückziehen, eine Länge von ± 58 mm, letztere von ± 42 mm.

Im Wasser mit dem niedrigsten Salzgehalt bestehen die Fänge also hauptsächlich aus Tieren in ihrem 2. Lebensjahr; weiter seewärts mischen sich ältere Tiere dazwischen, deren Zahl in den beiden Versuchsjahren sehr verschieden war, wie aus Abb. 5 ersichtlich ist; 1927 waren die Granat im 3. Lebensjahr in den Fängen reichlich vertreten, namentlich im Herbst, während ihre Zahl 1928 gering war.

Die Granat, welche noch das 4. Lebensjahr erreichen, kommen so wenig vor, dass sie für die Fischerei nur stellenweise einige Bedeutung haben und zwar da, wo namentlich im Winter auf grosser Entfernung von der Küste gefischt wird.

Meine Proben aus allen Gebieten zusammengenommen geben auf 33300 Weibchen 203 Stück (0,6 %) grösser als 80 mm; 22 Stück (0,07 %) grösser als 87 mm und 5 Stück (0,02 %) von 91 mm.

Ueber das Gewicht der Altersgruppen sei hier noch mitgeteilt, dass in der Formel $G = KL^3$, K ungefähr 0,007 beträgt (G in gram, L in cm). Einer vollständigen Uebersicht halber werden in Tabelle 7 Länge und Gewicht der verschiedenen Altersklassen gegeben und dazu die Zahl der Individuen verschiedenen Alters, die in 1 KG gehen. Aus letzterer Zahl ist ersichtlich, wie ausserordentlich schädlich es für den Granatbestandist, wenn die kleinen Tiere für Geflügelfutter, Granatschrot u.s.w. benutzt werden.

Das Wachstum der Männchen kann nicht so genau für jede Altersgruppe bestimmt werden wie bei den Weibchen. Eine ähnliche graphische Darstellung, wie für die Weibchen angefertigt wurde, besteht für fast jeden Monat aus einer einfachen, eingipfeligen Kurve, deren scharfer Gipfel in jedem Monat zwischen 40 mm und 46 mm liegt.

Nur in einigen Monaten kommen zwei Gipfel vor; ein stark ausgesprochener im Juli 1928 bei 32 mm; eine Länge, welche in Uebereinstimmung mit der von Weibchen von Sommerlarven des vorigen Jahres ist. Weiter findet man einen zweiten Gipfel im März 1927 bei

Tabelle 7.

Länge und Gewicht von Granatweibchen der verschiedenen Altersgruppen, Ende Mai

Alter	Länge	Gewicht	Zahl in 1 kg
11 Monate, Sommerlarven....	31 mm	0,20 gr	5000
16 — Winterlarven.....	44 —	0,57 -	1754
23 — Sommerlarven....	55 —	1,16 -	862
28 — Winterlarven.....	64 —	1,90 -	526
35 — Sommerlarven....	75 —	3,14 -	318

36 mm, im Mai 1927 und 1928 bei 38 mm bezw. 36 mm, und im September 1927 bei 40 mm. Es ist anzunehmen, dass diese Längen Winterlarven des vorigen Jahres betreffen; sie sind dann etwas kleiner als bei den Weibchen dieser Kategorie gefunden wurde, was jedoch sehr wohl erklärlich ist aus der Tatsache, dass die Grösse der Männchen im Allgemeinen hinter der der Weibchen zurückbleibt. Da diese kleinen Männchen bald nach ihrem Erscheinen in den Fängen der Länge nach nicht mehr von den nächstfolgenden Altersgruppen zu unterscheiden sind, muss die Länge dieser schnell erreicht werden und muss von dann ab das Wachstum nur langsam vor sich gehen. Im 1. Lebensjahr verläuft das Wachstum der Männchen also ungefähr ähnlich dem der Weibchen, nachdem aber eine Länge von ungefähr 40 mm erreicht wird, bleibt das der Männchen stark zurück. Wie der weitere Verlauf ist, geht aus meinen Zahlen nicht hervor und wird durch Messungen auch schwerlich zu ermitteln sein. Die grösste Länge, welche gefunden wurde, war 75 mm (1 auf 22500 Männchen, 0,004 %); Männchen grösser als 70 mm sind schon selten (6 auf 22500 Stück, 0,03 %); 1,4 % der Männchen sind grösser als 60 mm.

Wanderungen und Verbreitung.

Eine der grössten Schwierigkeiten bei der Granatuntersuchung wird wohl gebildet von dem Umstand, dass das Tier so häufige und grosse Wanderungen unternimmt und dass dazu die verschiedenen Jährgänge und Geschlechter sich verschieden verhalten. Zwar fällt es schon bei oberflächlicher Beobachtung auf, dass die sehr grossen Tiere nur in der Nordsee oder in den seewärts gelegenen Teilen der Flussmündungen in deren unmittelbarer Nähe vorkommen und je weiter man letztere hinaufgeht, um so kleiner wird der Granat, aber viel weiter kommt man ohne statistische Bestimmungen nicht. Es ist aber auch mit deren Hilfe

noch schwer, sich ein gutes Bild von den Wanderungsverhältnissen zu machen. Es kommen zwar regelmässige Wanderungen vor — im Winter seewärts und im Frühling flussaufwärts — aber dazu ziehen die Granat oft hin und her, so dass Messungen und sonstige statistische Bestimmungen nur einen äusserst geringen Wert haben, weil kurze Zeit später ganz andere Zahlen gefunden werden können; auch die Durchschnittswerte in den beiden Versuchsjahren können dadurch auch noch in oft sehr weiten Grenzen schwanken. Einige Tatsachen, die ich nach 2 jähriger Beobachtung jedoch als feststehend zu betrachten geneigt bin, werde ich hier erwähnen; an erster Stelle die Verhältnisse bei den Weibchen. Zu diesem Zweck sind die durchschnittlichen Längen von Weibchen ohne Eier (und zum Teil auch von Eiertragenden) in den verschiedenen Zonen und Monaten in Tabelle 8 wiedergegeben. Es zeigt sich daraus, dass die grösste Länge fast immer in der I. Zone gefunden wird und dass sie nach der IV. zu immer kleiner wird.

Tabelle 8.

Durchschnittliche Länge von Granatweibchen ohne Eier [die Zahlen ( ) beziehen sich auf alle Weibchen, die eiertragenden mitgerechnet] in der I.—IV. Zone der Zuidersee (1928) und der Westerschelde (1927 und 1928).

Monat	I		II		III		IV	
	Westerschelde mm	Zuidersee mm	Westerschelde mm	Zuidersee mm	Westerschelde mm	Zuidersee mm	Westerschelde mm	Zuidersee mm
Januar ..	.. ..	47 (49)	..	47	..	..	..	..
Februar..	48 (49)	.. ..	46	..	..	..	..	..
März	50 (54)	54 (56)	46	56	..	..	39	..
April	56 (59)	56 (58)	46	52	..	..	40	44
Mai	56 (64)	52 (58)	45	53	39	..	..	48
Juni.....	49 (54)	60 (59)	47	54	47	..	36	49
Juli	52 (61)	47 (50)	47	41	57	..	..	45
August ..	56 (50)	54 (55)	52	49	59	..	44	..
September	67 (67)	52 (53)	56	59	67	..	46	49
Oktober .	63 (63)	59 (59)	65	56	..	..	..	56
November	59 (68)	55 (57)	54	59	..	..	..	..
Dezember	52 (60)	50 (53)	52	52	..	..	..	..

Im Juni und Juli wird die durchschnittliche Länge in der I. und II. Zone kleiner, dies hat wahrscheinlich zweierlei Grund: erstens beginnen dann die Winterlarven und später auch die Sommerlarven des Vorjahres in den Fängen von Bedeutung zu werden und weiter findet, wohl

nach Abschluss der Geschlechtsperiode, eine Wanderung der grösseren Tiere flussaufwärts statt, so dass die Tiere in der II. und III. Zone im August und September fast die gleiche Grösse haben wie in der I. Zone, während sie in dieser im Frühjahr meistens erheblich grösser sind wie in der II. und III. Zone. In der IV. Zone sind die Granat immer viel kleiner als weiter seewärts, auch hier findet man jedoch, dass im Juni (Westerschelde) oder Juli (Zuidersee) die Grösse geringer wird. Wir sehen also, dass im Spätsommer und Herbst die grossen und kleinen Tiere gleichmässig über die I. bis III. Zone verbreitet sind und dass in die IV. Zone nur die kleinen Tiere vordringen. Im Spätherbst und Winter erfolgt eine grosse Wanderung seewärts: die IV. Zone wird ganz verlassen; die grösseren Weibchen — auch wenn sie keine Eier tragen — verlassen die III. und II. Zone und im Winter ziehen sie selbst von den sonstigen Fangplätzen unweit der Küste hinweg und überwintern auf grösserer Tiefe, mehrere Meilen von der Küste[1]). Die Wanderung in die Tiefe im Winter setzt sich bis zum Februar fort. Ende Januar und Anfang Februar sind fast alle Weibchen über 60 mm Länge und auch die eiertragenden Weibchen aus dem Gebiet verschwunden, zwar sind an den Fangplätzen, wo immer die Proben genommen werden, noch

Tabelle 9.

Granatweibchen prozentisch in 3 Längengruppen geordnet an verschiedenen Stellen von der II. Zone der Zuidersee ab seewärts (Abb. 3, S. 68) und die Veränderung im Laufe des Winters.

Fangort.....	Texelstroom			Marsdiep			Molengat			Zuiderhaaks (Westgat)		
Länge (mm)..	< 51	51-60	> 60	< 51	51-60	> 60	< 51	51-60	> 60	< 51	51-60	>60
1.-15. Dez..	6[2])	16	78	29[4])	29	43	40	37	24	..	..	..
15.-31. Dez..	41[2])	25	34	46[4])	23	30	34	35	31	34	30	36
1.-15. Jan..	41[2])	33	25	51[4])	18	32	28	42	30	24	37	39
16.-31. Jan..	74[3])	21	5	72[5])	21	7	83	12	5	51	33	16

[1]) Man könnte sich denken, dass die Granat nicht wegziehen, sondern sich im Sande vergraben, so dass die Kurre über sie hinstreift. Dies ist aber sehr unwahrscheinlich, denn auch mit einer sehr scharf fischenden Austernkurre (mit feinem Netzbeutel) werden sie nicht gefangen, während die kleineren Tiere damit leicht zu erbeuten sind.

[2]) Auf 10 m Tiefe.

[3]) Auf 20 m Tiefe, auf 10 m war nichts zu fangen.

[4]) Auf 12—16 m Tiefe.

[5]) Auf 19 m Tiefe, auf 12 m war nichts zu fangen.

ziemlich grosse Mengen zu erhalten, aber es sind fast nur sehr kleine Tiere; selbst bei der Boje des Zuiderhaaks, 10 km von der Küste bei einer Tiefe von ± 10 m sind die grossen und die eiertragenden Weibchen noch selten. Tabelle 9 gibt eine Uebersicht, wie die grossen Weibchen in den Wintermonaten immer mehr aus den üblichen Fanggebieten verschwinden, selbst aus denen, welche wie die bei der Boje Zuiderhaaks, schon 10 km von der Küste liegen. Daraus folgt, dass die grossen Weibchen ihren Winteraufenthaltsort noch weiter seewärts suchen. Die kleinen Weibchen kommen im Winter in den tiefen Rinnen des Wattenmeeres nicht nur im Verhältnis zu den grossen in bedeutender Menge vor, sondern auch in absolutem Wert; in den tiefen Rinnen im Texelstroom waren Ende Januar doppelt so viele Granat zu fangen als normal. Offenbar suchen die kleinen Granat zwar auch die tiefsten Stellen auf, aber sie gehen hierzu nicht so weit seewärts, sondern bleiben in der II. Zone. Aus der Tabelle erfolgt weiter, dass die Wanderung der grösseren Weibchen seewärts sich noch bis spät in den Winter fortsetzt; in der 2. Hälfte des Dezember nimmt der Prozentsatz der grossen Weibchen im Texelstroom und Marsdiep stark ab, bleibt dann bis Mitte Januar konstant, um dann noch wieder stark zu sinken; diese letzte Abnahme bleibt aber nicht auf die II. Zone beschränkt, sondern ist auch in der I. Zone (Molengat und Zuiderhaaks) zu konstatieren. Es ist möglich, dass die starke Abnahme in Zusammenhang steht mit der Abkühlung des Wassers während des Frostes im Januar 1928, aber auch in anderen Jahren tritt dieselbe Erscheinung, vielleicht jedoch in geringerem Masse, auf. Der strenge Frost war auch die Ursache, dass im Februar und Anfang März keine Proben zu erhalten waren. In normalen Jahren fängt schon Ende Februar oder Anfang März die Bewegung flussaufwärts an, bei der die kleinen Weibchen vorangehen, so dass im Mai noch fast keine Weibchen grösser als 60 mm in der IV. Zone vorhanden sind. In diesem Monat, und mehr noch im Juni und Juli nimmt die Zahl der grossen Weibchen in der III. Zone stark und in der IV. Zone erheblich zu. Diese Zunahme geht so schnell vor sich, dass sie unmöglich allein durch das Wachstum hervorgerufen sein kann; die belangreichste Ursache muss wohl Zuwanderung sein. Auch findet man dann in der III. Zone Tiere bis zu 80 mm lang; von diesen steht es jedenfalls fest, dass sie hier nicht zu dieser Grösse herangewachsen sind, sondern zugewandert sein müssen. Auch im Abschnitt »Wachstum« ist erwähnt, dass eine Zuwanderung noch spät im Sommer wahrscheinlich ist (S. 78). Was hier von den Weibchen im allgemeinen gesagt ist, ist auch gültig für die Eiertragenden, die nicht weiter als in die III. Zone vordringen; sie sind aber hier durchschnittlich viel weniger zahlreich als in der I.

und II. Zone. Das hängt wohl damit zusammen, dass die Eier in der III. Zone in der Regel nicht reif werden; die Weibchen mit Eiern ziehen sich während deren Reifung in die II. und I. Zone zurück; denn nur in diesen schlüpfen die Eier aus.

Die grösseren (über 40 mm langen) Männchen zeigen in ihrer Wanderung und Verbreitung Uebereinstimmung mit den eiertragenden Weibchen, indem sie auch die Neigung haben in Meeresnähe zu bleiben, wenn auch nicht in so starkem Masse. Zwar findet man sie auch im Brackwasser in der IV. Zone, aber das dauert nur kurze Zeit. Den Winter verbringen sie hauptsächlich in der I. und II. Zone; im Frühling werden sie in der II. und III. Zone zahlreicher, kommen aber in der IV. Zone noch selten vor. Hier findet man sie vom Juli ab (z.B. zahlreich in der Zuidersee, mit einer Länge von 35—47 mm), sie bleiben hier bis im Oktober und haben dann in der Zuidersee eine Länge von 31—53 mm (vgl. auch Tabelle 10). Ein übereinstimmendes Verhalten findet man im Dollart und in der Jade, wie aus den Beobachtungen von Ehrenbaum hervorgeht. Hier fangen die Männchen im Juli an zu erscheinen und bleiben da dann bis tief in den Herbst, später als in der IV. Zone der Zuidersee; jedenfalls zum Teil werden diese Gebiete in dieser Hinsicht zu der III. Zone zu rechnen sein; der Dollart gehört hierzu auch darum, weil nach Ehrenbaum hier nur Weibchen mit unreifen Eiern vorkommen.

Die Häufigkeit der Männchen in der I. Zone ist in den 3 von mir untersuchten Bezirken sehr verschieden, weitaus am häufigsten sind sie in der Nähe der Ausmündungen der Zuidersee. Die Ursache davon ist wohl, dass ungeheure Mengen Weibchen und nur verhältnismässig wenig Männchen in den südlichen, brackischen (spez. Gew. 1.005—1.010) Teil der Zuidersee ziehen. In Tabelle 10 sind die Zahlen für die Zuidersee und zum Vergleich für die Westerschelde gegeben.

Aus der Tabelle geht weiter hervor, dass die Männchen im Winter, bis im März in der I. Zone zahlreicher sind als in der II. Zone, und vom April ab bis ungefähr November gewöhnlich umgekehrt; Anfang Frühling findet also eine Wanderung von der I. in die II. Zone statt, an welcher die Männchen noch mehr beteiligt sind als die Weibchen.

Die Differenzierung der Geschlechter und Altersstufen findet man am deutlichsten im Zuiderseegebiet, weil die verschiedenen Zonen hier weit auseinander liegen. Was oben mitgeteilt wurde, bezieht sich nur auf die grösseren Tiere, die sehr kleinen (bis 40 mm Länge) kommen in geringerer Menge auch zwischen den grösseren in der I. und III. Zone, viel weniger in der IV. Zone vor. Man findet sie im Frühsommer jedoch

Tabelle 10.

Relative Häufigkeit von Granatmännchen über 40 mm lang in der Mündung der Zuidersee und der Westerschelde in Prozentsätzen berechnet auf die Gesamtzahl von Männchen über 40 mm und Weibchen über 50 mm lang.

Monat	Prozentsätze von Männchen in der					
	Zuidersee [1])			Westerschelde [1])		
	I. Zone	II. Zone	IV. Zone	I. Zone	II. Zone	IV. Zone
Januar	51	47	..	..	..	..
Februar	..	..	..	45	7	..
März	47	29	..	31	15	0
April	50	72	0	29	38	0
Mai	19	52	0	23	31	0
Juni	14	20	0	27	31	0
Juli	66	56	49	24	34	..
August	78	60	..	39	34	43[2])
September	68	79	27	29	32	61
Oktober	53	58	13[3])	25	12	..
November	73	70	..[4])	48	29	..[4])
Dezember	56	63	..[4])	53	29	..[4])

in ausserordentlich grosser Menge (namentlich auch Männchen) in der II. Zone (innerhalb der Watteninseln). Wenn sie heranwachsen, gehen sie im Laufe des Sommers allmählich in die III. und IV. Zone über, so dass hier im Spätsommer oder früh im Herbst die grössten Fänge gemacht werden. In der Westerschelde dagegen kommen die kleinsten Tiere in der II.—IV. Zone ziemlich gleichmässig verteilt vor, nur sind sie in der IV. Zone etwas häufiger.

Es wird nicht überflüssig sein, die verwickelten Wanderungsverhältnisse hier in übersichtlicher Form noch einmal zusammenzufassen.

Dezember—Februar, in der I. Zone viele grosse Weibchen; Ende Januar weit von der Küste, Weibchen mit reifen Eiern und grosse Männchen nur hier; in den tiefen Rinnen der II. Zone hauptsächlich kleine Tiere (Männchen und Weibchen); die III. und IV. Zone grössenteils verlassen.

[1]) Zuidersee 1928, Westerschelde 1927 und 1928.

[2]) 8. August 1927 16 %, 27. August 1928 70 %.

[3]) Im salzarmsten Teil durchschnittlich 6 %, im salzreichsten 20 %.

[4]) Männchen und Weibchen ziehen sich aus dieser Zone zurück.

März—April, eine allgemeine Wanderung flussaufwärts; in der II. Zone wieder viele grosse Weibchen und Männchen, die III. und später auch die IV. Zone wird wieder — aber nur von kleineren Tieren — bevölkert.

Mai—Juli, Weibchen mit reifen Eiern auch zahlreich in der II. Zone, die III. Zone wird auch von grösseren Tieren reichlich bevölkert, die IV. Zone nur noch von kleineren Weibchen; Männchen beginnen erst am Ende dieser Periode zahlreicher in der IV. Zone aufzutreten; die durchschnittliche Länge der Granat in allen Fängen ist verhältnissmässig klein, weil darin viele kleine Tiere des Vorjahres vorkommen.

August—Oktober, die Fortpflanzungsperiode ist vorbei; die grossen Tiere sind ziemlich gleichmässig auf die I.—III. Zone verteilt; Männchen in der IV. Zone zahlreich, wandern aber am Ende der Periode wieder ab; die durchschnittliche Länge ist gross.

Ende Oktober und November bilden die Uebergangzeit zur Fortpflanzungsperiode und zur Rückwanderung seewärts.

Nahrung.

Regelmässig wurde auch der Mageninhalt untersucht; die Ergebnisse waren wesentlich dieselben wie Ehrenbaum in seiner Arbeit angibt. Ich werde mich also auf eine kurze Notiz beschränken.

Auch in den holländischen Gewässern bilden Würmer und von diesen namentlich *Nereis*-Arten, z.B. *N. succinea* und *diversicolor*, die belangreichste Nahrungsquelle des Granat. An der Nordseeküste kommen noch einige andere Arten und Gattungen hinzu, die aber an den oft spärlichen Resten nicht immer einwandfrei zu bestimmen waren.

Auf die Würmer folgen in Häufigkeit die Kruster, und von diesen ist weitaus an der ersten Stelle *Corophium* zu nennen; viel weniger häufig ist *Gammarus*, während *Neomysis* und *Praunus* nur in vereinzelten Proben anzutreffen waren. Selten wurden junge Fische oder Fischlarven gefunden, vereinzelt auch Weichtiere wie *Hydrobia* und *Mya arenaria* (z.B. eine unverletzte Schale von 1,4 mm Länge).

Oft ist der Magen auch mit Detritus und Schlick gefüllt, dies ist namentlich im Frühling der Fall; es ist aber oft nicht leicht zu bestimmen, ob der Schlick von Würmern herstammt oder direkt von dem Granat gefressen war.

In verschiedenen Proben ist es mir aufgefallen, dass die grösseren Granat meist Würmer (*Nereis*) gefressen hatten, während die Magen der kleineren mit *Corophium* gefüllt waren. Ueber das ganze Jahr gerechnet wurden in 38 % der Fälle nur Würmer gefunden, in 31 % nur

Kruster, in 9 % Würmer und Kruster und in 22 % Detritus. Diese Prozentsätze sind in den verschiedenen Bezirken: Zuidersee, Haringvliet und Westerschelde ungefähr gleich. Nach der Zeit gibt es aber ziemlich grosse Unterschiede in der Zusammensetzung des Mageninhaltes. Detritus und Schlick kommt fast ausschliesslich im Winter und Frühling vor. Im Frühling und im Frühsommer werden verhältnismässig vielleicht etwas mehr Würmer gefunden als im Spätsommer und Herbst, aber in dieser Hinsicht kommen sehr grosse Schwankungen vor.

Ohne Zweifel ist das Vorhandensein von grossen Mengen Nahrung an bestimmten Stellen oft die Ursache von den unregelmässigen, kleineren Wanderungen des Granat. Ich halte es aber für wahrscheinlich, dass der Trieb für die grossen Saisonwanderungen vielmehr der Temperaturwechsel ist, weil es sich zeigt, dass sie immer von niedrigeren zu höheren Temperaturen erfolgen. Diese grossen und kleinen Wanderungen ergänzen einander zum Erreichen eines maximalen Wachstums, wozu reiche Nahrung und hohe Temperatur beide in gleichem Masse notwendig sind.

Bibliographie der Alters- und Wachstums-Bestimmung bei Fischen.

II. Nachträge und Fortsetzung[1]).

Zusammengestellt von

Erna W. Mohr, Hamburg.

I. Titel.

1. Alm, Gunnar. Fiskarnas ålder och tillväxt samt metoder att bestämma dessa. Svenska Jordbrukets Bok, Sötvattensfiske och Fiskodling. Stockholm 1927, p. 123—140, 10 figs.
2. Altnöder, K. Der Frühjahrshering des Dassower Sees und der Pötenitzer Wiek. Mitt. Deutsch. Seefischerei-Verein 1929, p. 319—321, 1 fig.
3. d'Ancona, Umberto. Dati per la biologia degli storioni nelle acque italiane. Monitore Zool. Italiano XXXV $^{6}/_{7}$, p. 126—133, 1924.
4. d'Ancona, Umberto. Contributo alla biologia degli storioni nelle acque italiane. Min. Econ. Naz. Roma 1924, 58 pp., 1 pl.
5. d'Ancona, Umberto. Richerche sull' accrescimento e sulla maturità sessuale dell *Alosa finta* (Cuv.). Rend. Accad. Lincei Vol. I ser. 6a, p. 43—46, 1925.
6. d'Ancona, Umberto. L'accrescimento dell' alosa del Tevere. Rendiconti Acc. Naz. Lincei Vol. V, ser. 6a, 1° sem., fasc. 3. — Rom 1927, p. 214—219, 1 fig.
7. d'Ancona, Umberto. Il problema dell' accrescimento dei pesci studiato sull' *Alosa finta* del Tevere. Mem. R. Acc. Naz. Lincei ser. 6, Vol. II, fasc. XVII, p. 497—540, 10 tabs., 10 figs., 2 pls. 1928.
8. d'Ancona, Umberto. Notizie sulla biologia dell' *Alosa finta* (Cuv.) del bacino del Tevere. Notas y Resum. Inst. Esp. Oceanogr. Ser. II, Nr. 19, 1927, 19 pp., 9 pls.
9. Arné, P. La pêche de la Sardine dans la région de Saint-Jean-de-Luz en 1928. Rev. Trav. Pêches Marit. Paris 1, 1928, p. 55—73, figs.
10. Avrutina, E. V. On the question of the methods of age and growth-rate determination in fishes (in connection with the investigation of *Rutilus rutilus lacustris* Pallas from the Barabinsky Lakes. (russ., engl. Res.). Rep. Sibirian Sci. Stat. Fish. III, Nr. 3, p. 105—160, 1929.
11. Awerinzew, S. Ueber *Pleuronectes platessa* des Barent-Meeres, 1. Zool. Anz. 80, 5. 6., p. 149—158, 1929.
12. Barbieri, C. Le alose del Mediterraneo e gli agoni dei laghi lombardi. Rivista mensile di pesca IX, 1907.
13—20. Baronov, F. I. On the accuracy of calculations. (A collection of papers on age and growth determination of fish; in russian; 8 papers.) Krasnoyarsk 1926.

[1]) Siehe E. Mohr, Journ. Cons. Intern. Explor. Mer II No. 2, 1927. Die Einleitung p. 236—237 gilt auch für den vorliegenden am 31. XII. 1929 abgeschlossenen Teil.

21. Birtwistle, W. & Lewis, H. M. Hake Investigations. Proc. Trans. Liverpool Biol. Soc. 39, p. 100—120, 1925.
22. Birtwistle, W. & Lewis, H. M. Young herring measurement, 1924. Proc. Trans. Liverpool Biol. Soc. 39, p. 121—125, 1925.
23. Blegvad, H. On the renewal of the stock of plaice in the Baltic proper. XXXII. Rep. Danish Biol. Stat. 1926, 37 pp., Copenhagen 1927.
24. Blegvad, H. On the annual fluctuations in the age-composition of the stock of plaice. XXXIII. Rep. Danish Biol. Stat. 1927, p. 27—42, 2 figs., Copenhagen 1927.
25. Blegvad, H. An aid to otolith determinations. Journ. Cons. Intern. Explor. Mer II, p. 151—152, 1 fig., 1927.
26. Bolen, H. R. The relation of size to age in some common freshwater fishes. Proc. Indiana Acad. Sci. Indianopolis *33*, p. 307—309, 1924.
27. Bounhiol, J. P. Sur l'interprétation des sillons d'accroissement inscrits sur les écailles des poissons périodiques. Compt. rend. Sc. Soc. Biol. 89, 1916.
28. Bounhiol, J. P. Sur la biologie de l'Alose finte (*Alosa finta* Cuv.) des côtes d'Algérie. C. R. Soc. Biol., T. 79, p. 480, 1917.
29. Brofeldt, Pekka. Gäddans näringsbehov. Finlands Fiskerier, Bd. 8, p. 1—11, 1927.
30. Bruun, Anton Fr. Quantitative investigations of the 0-group and I-group of the plaice, turbot, brill and sole in the Skagerrak, Kattegat and Belt Sea. Meddelels. Komm. Havunders. Ser. Fiskeri, Bd. VIII, No. 5, 30 pp., 1927.
31. Bückmann, Adolf. Vorwiegen des Jahrgangs 1922 im Schollenbestande der Deutschen Bucht. Journ. Cons. Intern. Explor. Mer II, p. 52—69, 5 figs., 1927.
32. de Buen, Fernando. Estudio de la edad por las escamas en sardinas (*Clupea pilchardus* Walb.) de Vigo. Notas y Resum. Inst. esp. Oceanografia, Ser. II, 8, 31 pp., 2 pls., 1925.
33. Cahn, Alvin Robert. An ecological study of southern Wisconsin fishes; the Brook Silversides (*Labidestes sicculus*) and the Cisco (*Leucichthys artedi*) in their relation to the region. Illinois Biol. Monograph, Vol. XI, Nr. 1, p. 1—151, pls. 1—16, 1927.
34. Calderwood, W. L. The relation of sea-growth and spawning frequency in *Salmo salar*. Proc. R. Soc. Edinburgh, 45, p. 142—148, 1925.
35. Chaine, J. Quelques remarques sur les otoliths des poissons. C. R. Assoc. franç. avanc. sci. Paris, 47, p. 533—535, 1924.
36—51. Chugunov, N. L. Determination of the age and growth rate of fish by the bones (a collection of 16 papers on age and growth determination of fish, in russian). Krasnoyarsk 1926.
52. Clark, Frances N. The life history of the California Jack Smelt, *Atherinopsis californiensis*. Contr. 77 Calif. State Fish Bull. 16, 22 pp., 12 figs., 1929.
53. Clerc, W. L'étude de la périodicité de croissance d'après les plans isodynamiques des os. 1) Rev. zool. russe Moscou *7*, libr. 4, 1927, p. 114—133, figs., franz. Res. 2) Rev. suisse Zool. Genève *34*, 1927, p. 477—498, figs.
54. Cligny, A. Croissance de la plie. Annales Stat. Aquicole Boulogne-sur-Mer. N. Sér. T. I, p. 115, 1905.
55. Collier, W. A. Die Altersbestimmung der Fische. Handb. biol. Arbeitsmeth. Berlin & Wien 9. 1923, figs. 190—194, p. 535—552.
56. Conolly, C. J. On the development of the Angler (*Lophius piscatorius* L.). Contr. Canad. Biol. Toronto (1921) Nr. 7, 1922, 12 pp., 4 figs.
57. Corson, R. H. Striped Bass (*Roccus lineatus*), a study of weights and lengths as compared with age. Zool. Soc. Bull. New York, XXIX. 6, p. 210—211, 2 figs., 1926.
58. Cowan, D. Herring investigation, 1918. Rep. Dove Marine Lab. N. S. VIII, 1919, p. 9—16.
59. Cowan, D. Herring investigation. II.—Size. Rep. Dove Marine Lab. N. S. IX, p. 83—94, 1920.
60. Cowan, D. Herring investigation. II.—Size. Rep. Dove Marine Lab. Newcastle-on-Tyne 1925, p. 14—16.
61. Cowan, D. The growth of the Lumpsucker (*Cyclopterus lumpus*). Rep. Dove Mar. Lab. Cullercoats 15, p. 23—25, 1926.

62. Creaser, W. The structure and growth of the scales of fishes in relation to the interpretation of their life-history with special reference to the sunfish *Eupomotis gibbosus*. Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Michigan Ann Arbor 17, 1926, 82 pp., 1 pl.
63. Cunningham, J. T. The reproduction and growth of the Pilchard. Journ. Marine Biol. Ass., Vol. II, 1891—1892.
64. Dahl, Knut. The dwarf salmon of Lake Byglansfjord. Salmon and Trout Mag. London *51*, 1928, p. 108—112, fig., pl.
65. Dannevig, Alf. On the growth and the formation of annual zones in the scales. Rep. Norveg. Fish.-Invest. Bergen *3*, 1925, No. 6, 23 pp., 13 pls., 6 figs.
66. Dannevig, Alf. On the growth of the Cod and the formation of annual zones in the scales. Rep. Norveg. Fish. & Marine Invest. III. 6.
67. Dunlop, H. A. The growthrate of the scales in the Sockeye Salmon, *Oncorhynchus nerka*. Contr. Canad. Biol. Ottawa, N. S. *2*, 1924, p. 153—159.
68. Echeverria, J. S. Investigaciones sobre otolitos de peces de España. Bol. Soc. Esp. Hist. nat. 28, 1928, p. 159—166, pl.
69. Fage, Louis. Recherches sur la biologie de la sardine (*Clupea pilchardus* Walb.) I. Première remarques sur la croissance et l'âge des individus, principalement en Méditerranée. Arch. Zool. exper. et générale, T. 52, 1923.
70. Farran, G. P. Note on the growth-rate of herrings in the Irish Sea. Journ. Cons. Intern. Explor. Mer III, p. 360—366, 1928.
71. Flower, S. S. Contributions to our knowledge of the duration of life in vertebrate animals. I. Fishes. Proc. Zool. Soc. London, 1925, p. 247—268.
72. Ford, E. The growth of young herrings in the neighbourhood of Plymouth. J. Mar. Biol. Ass. Plymouth *15*, 1928, p. 237—319, figs.
73. Fraser, C. McLean. Further studies on the growth rate in Pacific Salmon. Contrib. Canadian Biol. 1918—1920, p. 7—27, Ottawa 1921.
74. Fraser, C. M. The pacific herring. Contr. Canad. Biol. Toronto 1921, No. 6, 1922, 9 pp.
75. Fridriksson, A. Age-composition of the stock of cod in East Iceland Fjords during the years 1925—1927. Rapp. Proc.-Verb. LVII, 1929.
76. Gall, J. le. Études et remarques concernant les harengs de l'Atlantique et de la Manche Occidentale. Rapp. Proc.-Verb. Cons. explor. Mer, Vol. XLIV, p. 115—129, 2 figs., 1927.
77. Gall, J. le. Notes et observations sur la biologie de la Sardine de la Manche. Journ. Cons. Intern. Explor. Mer, III, p. 206—223, 4 figs.
78. Gilbert, Ch. H. Age and maturity of the Pacific Coast Salmon of the genus *Oncorhynchus*. Bull. U. S. Bur. Fisheries, Vol. XXXII, 1912 (1914), p. 1—22, 29 figs.
79—86. Gilbert, Ch. H. Contributions to the life history of the Sockeye Salmon. Nr. 1. 1913 (1914), p. 53—78, 13 figs.,
- 2. 1914 (1915), - 45—75, 8 —
- 3. 1915 (1916), - 27—64, 10 —
- 4. 1917 (1918), - 33—80, 15 —
- 5. 1918 (1919), - 26—52, 34 —
- 6. 1919 (1920), - 35—68, 6 —
- 7. 1921 (1922), - 15—64,
- 8. 1922 (1923), - 16—49.

Appendix Report Comm. Fisheries Province of Brit. Columbia, Victoria 1914—1923.
87. Gilbert, Ch. H. and Rich, W. H. Investigations concerning the red-salmon runs to the Karluk River, Alaska. Bull. Bur. Fisheries, Vol. 43, Doc. 1021, 69 pp., pls., figs., 1927.
88. Gottberg, G. Strömmingers tillväxt vid Finlands kuster. Fiskeritidsk. Finland 1927, Nr. 5.
89. Graham, M. The annual cycle in the life of the mature Cod in the North Sea. Ministry Agric. Fish. London Fishery Invest. Ser. II. 6. 1924, 77 pp.
90. Graham, M. A precise method for determining the first "winter" zone in Cod scales. Journ. Cons. Intern. Explor. Mer I, 1926, p. 344—352.
91. Graham, M. A machine for Gadoid Scale-Tracings. Journ. Cons. Intern. Explor. Mer II, p. 153—157, 3 figs., 1927.

92. Graham, M. Studies in age-determination in fish. Part I. A study of the growth rate of the Codling (*Gadus callarias* L.) on the Inner Herring Trawling Ground. Fish. Invest. Ser. II, XI, No. 2, 1929.
93. Graham, M. Studies in age-determination of fish. Part II. A study of the literature. Fish. Invest. Ser. II, XI, No. 3, 1929.
94. Gray, J. The growth of fish. Nature, London, 115, 1925, p. 676.
95. Hardy, A. C. The food and feeding habits of the herring with special reference to the east coast of England. Ministry Agric. Fish. London Fishery Invest. Ser. II, 7, 1924, 3, 55 pp.
96. Havinga, B. De Spiering in de Zuiderzee. De Biologie van de Zuiderzee tijdens haar drooglegging, Afl. 1, 1928, p. 30—47 (1929).
97. Heidrich, H. Ueber die Fortpflanzung von *Clupea sprattus* in der Kieler Bucht. Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel. N. F. V. 20, 1, 1923.
98. Heidrich, H. Die Schellfische in der Ostsee. Fischerbote XIX, 1927, 5 pp.
99. Hessle, Ch. The herrings along the Baltic coasts of Sweden. Publ. Circonst., Cons. Explor. Mer No. 89, 1925, 54 pp., 5 figs., 3 charts.
100. Hessle, Ch. Sprat and sprat-fishery on the Baltic coast of Sweden. Meddel. Kgl. Lantbruksstyrelsen Nr. 262, Stockholm 1927.
101. Hessle, Ch. Biological statistics regarding the Baltic autumn-spawning herring. Journ. Cons. Intern. Explor. Mer II, 1927, p. 169—172, 2 figs.
102. Hjort, Joh. Fluctuations in the year classes of important food fishes. Journ. Cons. Intern. Explor. Mer I, p. 5—38, 18 figs., 1926.
103. Hodgson, W. C. Investigation into the age, length and maturity of the herring of the southern North Sea. Ministry Agric. Fish. London Fish. Invest. Ser. II. 7, 1925, No. 8, 36 pp., 13 figs.; Ser. II. 8, 1925, No. 5, 48 pp., 15 figs.
104. Hodgson, W. C. Size and age composition of the East Anglian autumn herring. Journ. Cons. Internat. Expl. Mer II, 1927, p. 69—74, 3 figs.
105. Hock, P. P. C. Over den leeftijd van den zalm af te leiden uit de structuur der schubben. Versl. Akad. Wet. Amsterdam, Wis. Nat. Afd., 1909, *18*, 432—450, 2 pls., Proc. Acad. Wet. Amsterdam *12*, 485—502, 2 pls., 1909.
106. Hope, D. Whitebait (*Galaxias attenuatus*): growth and value as trout-food. Trans. Proc. N. Z. Inst. 58, 1928, p. 389—391, pls.
107. Hornyold, A. G. L'âge et la croissance de quelques petites anguilles jaunes de la Sarthe. Bul. Soc. Cent. d. Aquicult. Paris, 33, p. 81—85, 1926.
108. Hornyold, A. G. Quelques observations sur les petites anguilles jaunes de Cette. Bul. Inst. Océan. Monaco, 485, p. 1—7, 1926.
109. Hornyold, A. G. Otoliths of larger Eels from the Albufera of Valencia. Journ. Roy. Micr. Soc. Ser. II, Vol. XLVI, 1926.
110. Hornyold, A. G. L'âge et la croissance de quelques anguilles jaunes de taille moyenne du Haut-Rhin. Rev. Suisse Zool. *36*. 2, 189—191, 1929.
111. Hornyold, A. G. Les otoliths de quelques anguilles de grande taille du Haut-Rhin. Rev. Suisse Zool. *36*. 2, 193—198, pl. 2, 1929.
112. Hubbs, C. L. The life-cycle and growth of Lampreys. Papers Michigan Acad. Sci. New York, *4*, 1925, p. 587—603, 22 figs.
113. Hubbs, C. L. The structurnal consequences of modifications of the development rate in fishes. American Nat. Vol. LX, p. 57, 1926.
114. Huitfeldt-Kaas, H. Studier over aldersforholde og veksttyper hos norske ferskvandsfiskar. Nationaltrykkeriet Oslo 1927, p. 1—358, 170 figs.
115. Hutton, J. A. Wye Salmon, 1924. Salmon and Trout Mag. London, *39*, p. 127—164, 1925.
116. Hutton, J. A. Salmon Scales from the Aberdeenshire Dee. Salmon and Trout Mag. London *39*, p. 165—172, 1925.
117. Hutton, J. A. The salmon of the Derwent, 1924. Salmon and Trout Mag. London *40*, p. 213—218, 1925.
118. Hutton, J. A. Wye Salmon. Results of scale reading. Salmon and Trout Mag. London *47*, p. 167—192, 1927.
119. Hutton, J. A. A note on the scales. Salmon and Trout Mag. London *48*, p. 240, 1 pl., 1927.
120. Järvi, T. H. Ueber den Sichling (*Pelecus cultratus* L.) in Finnland. Fauna et Flora Fennica 56, No. 5, 13 pp., 5 pls., 2 figs., 1926.
121. Järvi, T. H. Frågan om sikarterna och skötseln av sikfiskevatten. Soc. sci. Fennica Årsbok, V. 6, 19 pp., 6 figs., 1927.

122. Järvi, T. H. Ueber die Arten und Formen der Coregonen s. str. in Finnland. Finlands Fiskerier Bd. 10, 259 pp., 48 pls., 25 figs., 1928.
123. Jenkins, J. Tr. The herring and the herring fisheries. London 1927, 175 pp.
124. Jensen, Aage J. C. On the influence of the quantity of spawning herrings upon the stock of the following year. Journ. Cons. Intern. Expl. Mer II, p. 44—49, 5 figs., 1927.
125. Jensen, Aage J. C. An Investigation on the stocks of plaice in the southern Horns Reef area in the years 1925 and 1927. Medd. Komm. Havunders. Ser. Fiskeri, Bd. VIII. 6, 1928.
126. Jespersen, P. Age determination of eels from Norfolk and Cumberland. Journ. Cons. Intern. Explor. Mer I, 1926, p. 227—234, 4 figs.
127. Johansen, A. C. On the remarkable quantities of haddock in the Belt Sea during the winter of 1925—26 and causes leading to the same. Journ. Cons. Intern. Explor. Mer I, p. 140—156, 5 figs., 1926.
128. Johansen, A. C. Investigations on Icelandic herrings in 1924 and 1925. Rapp. Proc.-Verb. Explor. Mer, XXXIX, p. 114—138, 1926.
129. Johansen, A. C. On the fluctuations in the quantity of young fry among plaice and certain other species of fish, and causes of the same. XXXIII. Rep. Danish Biol. Station 1927, p. 3—16.
130. Johansen, A. C. On a spawning place for winter-spawning herring in the northern part of the Belt Sea. XXXIII. Rep. Danish Biol. Stat. 1927, p. 17—24, 2 figs.
131. Johansen, A. C. On the migration of the herring. Journ. Cons. Intern. Explor. Mer, II, p. 3—27, 8 figs., 1927.
132. Johansen, A. C. On some characters of the Baltic plaice which have changed during last decennaries. Rapp. Proc.-Verb. Vol. LIV, p. 78—97, 10 figs., 1928.
133. Kryschanowsky, S. G. Beobachtungen am Brachsen aus dem See Glubokoje (russ., deutsch Zus.). Arb. hydrob. Stat. Glubokoje 1928, 17 pp.
134. Kusnetzow, I. I. Some observations on the spawning of the Amour and Kamchatka Salmon. Bul. Pacific Sci. Res. Stat. Vol. 2. 3, 1928, 196 pp., 3 pls., figs.
135. Kyle, H. M. Beobachtungen über das Wachstum des Steinbutts (*Rhombus maximus* L.). Fischerbote 1926, p. 209—212, 2 figs.
136. Kyle, H. M. Die Statistik der Seefischerei Nordeuropas; nebst Anhang: Die Ueberfischungsfrage. Handbuch der Seefischereien Nordeuropas, Bd. X, H. 4, 1928, p. 29—41, 2 figs., 17 charts.
137. Lea, E. On the methods used in the herring-investigations. Publ. Circonst. Nr. 53, Copenhague 1910.
138. Lea, E. The oceanic stage in the life history of the Norvegian herring. Journ. Cons. Intern. Explor. Mer IV, 1929, p. 3—42, 13 figs.
139. Leonard, A. K. The rate of growth and the food of the horned dace (*Semotilus atromaculatus*) in Quebec, with some data on the food of the common shiner (*Notropis cornutus*) and of the brook trout (*Salvelinus fontinalis*) from the same region. Univ. Toronto Studies Biol. Scr. *29*, p. 35—44, 1927.
140. Levi, G. Wachstum und Körpergrösse. Ergebn. d. Anat. u. Entwickl.-Gesch. Bd. XXVI, p. 87 ff., 1925.
Lewis, H. M., vide Birtwistle, W.
141. Lissner, H. Untersuchungen am Hering der Westlichen Nordsee. Ber. Deutsch. Wiss. Komm. Meeresforsch. III, p. 50—90, 1927.
142. Livi, R. L'indice ponderale o rapporto tra la státura e il peso. Atti Soc. Rom. Antropol. Vol. V, 1897.
143. Macfarlane, P. R. C. Salmon (*Salmo salar*) of the river Moisie (Eastern Canada) 1926 and 1927. P. R. Sci. Edinburgh, *48*, p. 134—139, 1 pl., 1928.
Macfarlane, P. R. C., *vide* Menzies, W. J. M.
144. Makuschok, M. E. Materialien zur Charakteristik des Murmanherings (russ., deutsch Zus.). Rev. zool. russe, *8*. 3, p. 39—68, 1 fig.; *8*. 4, p. 42—88, 1928.
145. Manastuirsky, G. N. On the technique of determination of the growth of fish by measurements of the scales. (A collection of papers on age and growth determination of fish; in russian; 41—79.) Krasnoyarsk 1926.
(146). Masscy, A. Notes on the evidence of age afforded by growth rings of Oyster shells. Fisheries, Ireland Sci. Invest. Nr. 13, 1914.
147. Mayenne, U. A. La croissance du brochet (russ., franz. Res.). Rev. Zool. Russe Moscow, 6, p. 33—41, 1926.

148. Mayenne, U. A. La croissance de *Leucaspius delineatus* Heckel (russ., franz. Res.). Rev. Zool. Russe Moscow, 6, p. 42—43, 1926.
149. Meek, A. The scales of the herring and their value as an aid to investigation. Rep. Dove Marine Lab. N. S. V, p. 11—18, 1916.
150. Meek, A. The development of the cod (*Gadus callarias* L.). Ministry Agric. Fish. London, Fishery Invest., Ser. II. 7, 1924, No. 1, 25 pp., 14 figs.
151. Meek, A. The scales of the herring. Rep. Dove Mar. Lab. Cullercoats, 16, p. 44—48, 1927.
152. Meek, A. & Stones, D. Herring investigations 1917. Rep. Dove Mar. Lab. N. S. VII, p. 8—15, 1918.
153. Meek, A. & Storrow, B. Trawl-caught herring landed at North Shields. Rep. Dove Mar. Lab. N. S. I, p. 52—58, 1912.
154. Meek, A. & Storrow, B. Herring races. B: Size, age, growth, and maturity. Rep. Dove Mar. Lab. N. S. III, p. 54—72, 1914.
155. Menschikov, M. Ueber die Fischfauna des Kamaflusses und dessen Nebengewässer in der Umgebung von Perm. Bull. Inst. biol. Perm *6*. 8, p. 377—407, 1929; russ., deutsch. Zus.
156. Menzies, W. J. M. The salmon: its life story. Edinburgh and London 1925. Dem. 8° XII + 211 pp., 36 pls.
157. Menzies, W. J. M. Salmon (*Salmo salar*) of the river Moisie (Eastern Canada). Proc. R. Soc. Edinburgh 45, 1926, p. 334.
158. Menzies, W. I. M. Salmon of the Grimersta District, Lewis, 1925. Fisheries, Scotland, Salmon Fish., 1926, VI (Jan. 1927), 14 pp., 3 figs.
159. Menzies, W. J. M. Some aspects of the growth of salmon in river and sea as observed from scale examination of Dee (Aberdeen) and Spey salmon 1921 to 1923 inclusive. Fishery Board for Scotland, Salmon Fish. No. 1, 1927.
160. Menzies, W. J. M. & Macfarlane, P. R. C. Salmon of the River Dee (Aberdeenshire). Salmon Fish. Scotland 1926, IV, p. 1—46.
161. Menzies, W. J. M. & Macfarlane, P. R. C. Salmon of the river Spey, 1923. Salmon Fish. Scotland 1926, No. V, p. 1—36, 2 pls.
162. Menzies, W. J. M. & Macfarlane, P. R. C. Some further notes on the salmon (*Salmo salar*) of the Moisie River (Eastern Canada). Proc. Roy. Soc. Edinburgh, *47*. 4, 1926—27 (1928), p. 359—365, 1 pl.
163. Milne, J. A. Pacific salmon: an attempt to evolve something of their history from an examination of their scales. Proc. Zool. Soc. London, p. 572 ff., 1913.
164. Milne, J. A. How scales grow. Salmon and Trout Mag. London *41*, 1925, p. 332—354, figs.
165. Milne, J. A. Zones of fast and slow growth on Pyrenean salmon scales. Fishing Gazette (London), *92*, p. 126, 146, 1926.
166. Mohr, E. Altersbestimmungen bei Fischen. Mitteil. d. Fischerei-Vereine Brandenburg etc., Bd. 31, p. 77—82, 8 figs., 1927.
167. Mohr, E. Bibliographie der Alters- und Wachstums-Bestimmung bei Fischen. Journ. Cons. Intern. Explor. Mer. Vol. II, No. 2, 1927, p. 236—258.
168. Nall, G. H. The sea trout of the river Ewe and Loch Maree, Part 2, 1926—1927. Salmon Fish. Scotland, 1928. 2, p. 1—16, 1 pl.
169. Nall, G. H. Report on a collection of sea trout scales from the river Carron and Loch Dhughaill (Doule), Western Ross-Shire. Salmon Fish. Scotland, 1928. 4, p. 1—16, pl.
170. Nall, G. H. Sea trout from the Broom of Moy waters of the Findhorn and from the tidal waters of the Ugie. Salmon Fish. Scotland 1928. 6, p. 1—24, pl.
171. Nall, G. H. Sea trout of South Uist, the Howmore, Kildonan and Loch a Bharp districts. With a note on the Howmore and Loch a Bharp Salmon. Salmon Fish. Scotland 1928. 7, p. 1—47, 5 pls.
172. Nall, G. H. Sea trout of the river Ailort and Loch Eilt. Salmon Fish. Scotland 1928. 9, p. 1—38, 3 pls.
173. Nall, G. H. Sea trout of the river Spey. Fisheries Scotland, Salmon Fish. 1928. 10, 29 pp., 9 figs.
174. Nall, G. H. Sea trout from the Beauly Firth and from tidal waters of the Beauly and Ness Rivers. Fisheries Scotland, Salmon Fish. 1929 Nr. III, 40 pp., 10 figs.

175. Navarro, Francisco P. de. Estudios sobre los Clupéidos de Baleares. I. Estados jovenes de la sardina (*Clupea pilchardus* Walb.). Notas y Resumenes del Inst. Españ. de Oceanogr. Ser. II, Nr. 9, 1926.
176. Navarro, F. P. de. Observaciones sobre el Mar Menor (Murcia). Notas y Resumenes Ser. II, Nr. 16, Madrid 1927, 63 pp., 1 pl., 15 figs.
177. Navarro, F. P. de. Estudios sobre los clupeides de Baleares. 2. La Alatxa (*Sardinella aurita* C. V.). Notas y Resum. Inst. Españ. Ocean. Ser. II, Nr. 21, p. 1—33, 15 figs., 1927.
178. Nordquist, H. Versuche bezüglich der Wàchstumsgeschwindigkeit und Ertragsfähigkeit von zwei verschiedenen Schleienrassen. Skrifter Södra Sveriges Fiskeriförening 1927, Heft 3 u. 4.
179. Oosten, John van. Life history of the Lake-Herring (*Leucichthys Artedi* Le sueur) of Lake Huron as revealed by its scales, with a critique of the scale method. Bull. Bur. Fish. *44* (1928), p. 265—428, 43 figs., 1929.
180. Otterstrøm, C. V. Fiskeri efter Heltling (*Coregonus albula*). Ferskvandsfiskeribladet 1. V. 1927, p. 50—54.
181. Paget, G. W. The determination of the rate of growth of Bouri (*Mugil cephalus*) in Lake Maryut. Rep. Fisheries Egypt. for 1922. Coastguards and Fisheries Service, Min. Finance Egypt. 1923, 43 pp.
182. Pannetier. L'âge et le transport des alevins pour le rempoissonnement. Bull. Soc. centrale d'Afric. et de Pêche 33, 1926.
183. Petrov, V. V. & Petruschewsky, G. K. Beiträge zur Kenntnis der Struktur der Schuppen von *Cyprinus carpio* L. Zool. Anz. *89*. 9. 10, p. 257—269, 3 figs., 1929.
184. Platowa, T. P. Zur Kenntnis der lokalen Variabilität von *Leucaspius delineatus* (Heckel); russ., mit deutsch. Zus.; (Altersbestimmung nicht geglückt!). Arb. Biol. Stat. Kossino, Lief. 5/6, p. 41—44, 1 fig., 1927.
185. Potter, G. E. Scales of the Bluegill, *Lepomis pallidus* (Mitchell). Trans. Amer. Microsc. Soc. Menasha Wis. *44*, p. 31—37, pl. III, 1925.
186. Pouchet, G. Sur la croissance de la sardine océanique. Comp. rend. Acad. Sci. 1889.
187. Pouchkarev, N. N. Ueber das Alter einiger Fische im Sandal-See (russisch). Trav. Exped. Sci. Olonetz Leningrad VI, 1928, p. 31—55.
188. Rocq, M. Note sur les écailles de saumon de la Nive. Bul. Soc. Hist. nat. Toulouse 54, p. 208—210, 1926.
189. Poulsen, Erik M. The haddock in the Belt Sea and the Western Baltic during the years 1926—28. Rep. Danish Biol. Stat. 1928, p. 101—125, 4 figs.
190. Rachmanowa, S. Ueber *Pleuronectes platessa* des Barentmeeres. II. Zool. Anz. 85. 5—8, p. 139—149, 1929.
191. Ramalho, Alfredo. A Sardinho em Portugal. Notas Biologicas. Trav. Stat. biol. marit. Lisbonnes Nr. 14, 29 pp., 3 figs., 1927.
192. Redeke, H. C. Rapport over onderzoekingen aangaande den groei van den Brasem in verschillende wateren. Verh. Rapp. Rijksinstit. Visscherijonderzoek I. 2, p. 221—253, 1 pl., 1923.
193. Redeke, H. C. Rapport omtrent het voorkomen en den groei van jonge zalmpjes in Zuidlimburgsche beken. Verh. Rapp. Rijksinst. Visscherijonderz. I. 2, p. 183—220, 3 pls., 1923.
194. Reibisch, J. Die Verteilung der jungen Plattfische des ersten Jahrganges an der deutschen Ostseeküste im Jahre 1925. Wissensch. Meeresunters. Abt. Kiel, Bd. XX, p. 107—143, 40 pp., 1927.
195. Reighard, Jacob. A biological examination of Loon Lake, Gogebic County, Michigan, with suggestions for increasing its yield of Small-mouth Bass (*Micropterus dolomicu*). Rep. Michigan Ac. Sci. *10*, p. 589—612, 1 chart, 1929.
196. Rich, Willis H. Early history and seaward migration of Chinnok Salmon in the Columbia and Sacramento River. Bull. Bur. Fisheries, Vol. 37, Doc. 887, 73 pp., 4 pls., 9 figs., 1920.
197. Rich, Willis H. Growth and degree of maturity of Chinnok Salmon in the ocean. Bull. Bur. Fish. Washington 41, No. 974, p. 15—89, pls., 1925.
198. Riddell, W. Herring investigations. Rep. Lancashire Sea Fish. Lab. 1916, p. 29—34.

199. Robertson, T. B. On the normal rate of growth of an individual and its biochemical significance. Arch. Entwicklungsmech., Bd. XXV, p. 581 ff., 1908.
200. Rosanowa, M. J. Zur Kenntnis der Variabilität und des Wachstums der Karausche (*Carassius carassius* L.) einigen Wasserbecken Mittelrusslands. (Russ., deutsch. Zus.). Arch. Biol. Stat. Kossino, Nr. 6, 1927, p. 27—43.
201. Rosén, Nils. Undersökningar över laxen och laxfisket i Norrbottens län. Mdd. Kgl. Lantbruksstyrelsen, No. 208, 212 pp., Stockholm 1918.
202. Rosén, Nils. Om Norrbottens saltsjöområdes fiskar och fiske. Medd. Kgl. Lantbruksstyr., No. 225, 94 pp., 1920.
203. Roule, Louis. La migration reproductrice et la protandrie de l' Alose finte (*Alosa finta*). Ann. Sc. Nat. (Zool.) Paris, Ser. 10, T. V, p. 61, 1922.
204. Roule, Louis. Biologia del Salmon. Notas y Resum. Ser. II, Nr. 17, p. 1—31, 24 figs., 1927.
205. Roule, Louis. Étude de quelques alevins de descente (Pintas ou Tacons) du Saumon (*Salmo salar* L.) provenant du fleuve côtier Pas (Nord de l Espagne). Notas y Resum. Ser. II, Nr. 20, p. 1—3, 1927.
206. Salomon, Karl. Zur Altersbestimmung des Huchens. Oesterr. Fischerei-Ztg. 1907—08, p. 265—266, 4 figs.
207. Sæmundsson, B. On the age and growth of the Haddock (*Gadus aeglefinus* L.) and the Whiting (*Gadus merlangus* L.) in Icelandic waters. Medd. Havunders. Kjøbenhavn, 8, 1925, p. 1—33, 6 figs.
208. Sanz, Josefa. Datos sobre el otolito sagita de los peces de España. Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., II. 1926.
209. Schmidt, Johs. The frequency of young cod, etc. on the North and East Coast of Iceland during a period of years. With a survey of the lifehistory of the Iceland Cod. Rapp. Proc.-Verb. Explor. Mer. XXXIX, p. 139—148, 1926.
210. Schnakenbeck, W. Die Altersbestimmung der Fische (Leeuvenhoek als Entdecker der Methode). Fischerbote 1925, p. 157—158.
211. Schnakenbeck, W. Biologische Untersuchungen über den Elbbutt und die Schleppnetzfischerei in der Unterelbe. Fischerbote 1926, p. 223—241, 2 figs.
212. Schnakenbeck, W. Otolithen und ihre Beurteilung. Journ. Cons. Internat. Expl. Mer. Vol. III. 1, 1928, p. 90—93, 1 fig.
213. Schnakenbeck, W. Ueber den Einfluss der Kriegsschonzeit auf den Bestand der Störfische im Asowschen Meer. Fischerbote 1928, p. 349—352.
214. Southern, R. Salmon of the River Shannon — 1924, 1925, and 1926. Proc. R. Irish Acad. 28. Vol., 1928, p. 38—64, 3 pls.
215. Steinböck, O. Die Bestimmung des Alters der Fische. Tiroler Fischer III, 1928.
(216). Stephen, A. C. Note on the rate of growth of *Tellina tenuis* Da Costa in the Firth of Clyde. Journ. Mar. Biol. Assoc. XVI, p. 131—172, 1929.
Stones, D., *vide* Meek, A.
217. Storrow, B. The age and growth of the Pilchard. Dove Mar. Lab. Cullercoats N. S. IV, 1915.
218. Storrow, B. Herring Investigations. Size, Age and Maturity. Rep. Dove Mar. Lab. N. S. V, p. 19—26, 1916.
219. Storrow, B. Notes on the age and growth of fish. Rep. Dove Mar. Lab. N. S. V, p. 38—52, 1916.
220. Storrow, B. Herring Investigations. I. Herring Shoals. Rep. Dove Mar. Lab. N. S. IX, p. 8—82, 1920.
221. Storrow, B. Herring Investigations. I. Herring Shoals. Rep. Dove Mar. Lab. Newcastle-on-Tyne 1925, p. 1—13.
Storrow, B., *vide* Meek, A.
222. Strodtmann, S. Langsames Wachstum eines männlichen Ostsee-Steinbutts. Fischerbote 1924, p. 189.
223. Sund, Oscar. Undersøgelser av fiskehavet og torskebestanden 1926. Aarsber. Norges Fiskerier 1926, Heft 2 og 3.
224. Sund, Oscar. The Arcto-Norwegian Cod Stock. Journ. Cons. Intern. Explor. Mer. II, p. 161—169, 6 figs., 1927.
225. Sund, Oscar. The Arcto-Norwegian Cod Population in 1926. Rapp. Proc.-Verb. XLI, p. 136—142, 1927.
226. Sund, Oscar. Merking av sei i Nordland Sommeren 1921. Rep. Norweg. Fishery a. Mar. Invest. Vol. III, Nr. 5, 18 pp., 4 tab., 3 pls., Bergen 1925.

227. Suvorov, E. Ichthyological investigations at the Murman Coast in the summer 1921 (Age-determinations in Cod and Haddock), (russ., deutsch. Res.). Trans. Northern Scien. & Econ. Exp. No. 38, p. 44—55 (U. S. S. R. Scien.-Techn. Dept. No. 205), Moskau 1927.
228. Tåning, Å. Vedel. Contributions to the life-history of the Icelandic Plaice. Rapp. Proc.-Verb. Explor. Mer. XXXIX, p. 152—168, 1926.
229. Tesch, J. J. On Sex and Growth Investigations on the Freshwater Eel in Dutch Waters. Journ. Cons. Intern. Explor. Mer. III, p. 52—69, 2 figs., 1928.
230. Thompson, David H. The "Knothead" Carp of the Illinois River. State of Illinois Dep. Registr. Educ. Div. Nat. Hist. Surv. Bull., Vol. XVII, p. 285—320, 40 figs., 1928.
231. Thompson, d'Arcy W. On growth and form. Cambridge 1917.
232—234. Thompson, d'Arcy W. On the question of the determination of the age of fish by the scale. (A collection of papers, in Russian, 33—35.) Krasnoyarsk 1926.
235. Thompson, H. Preliminary report on Icelandic Haddock from Danish data referring to years 1903—1924. Rapp. Proc.-Verb. Explor. Mer. XXXIX, p. 149—151, 1926.
236. Thompson, H. Haddock-Biology. V. General features in the biology of the Haddock (*Gadus aeglefinus* L.) in Icelandic waters in the period 1903—1926. Fisheries Scotland, Sci. Invest. 1928, Nr. V, p. 1—63, 4 figs., 1929.
237. Thursby-Pelham, D. E. Fluctuations in the age composition of the Plaice stock in the Southern North Sea during the period 1923 to 1926. Journ. Cons. Intern. Explor. Mer. II, 1927, p. 173—183, 4 figs.
238. Thursby-Pelham, D. E. Report on English plaice investigations. Fish. Invest. London (2) 9 & 10, 3, 1927, 77 pp. (1928).
239. Thursby-Pelham, D. E. Some effects of the closure of the North Sea fishing during the Great War and of the resumption of fishing. Trans. Norfolk Norw. Nat. Soc. 12, p. 322—335, figs., 1927.
240. Wagler, E. Der Blaufelchen des Bodensees (*Coregonus wartmanni* Bloch). Versuch einer Monographie. Intern. Revue ges. Hydrobiol. etc. 1927, Bd. XVIII, 3. 4, p. 129—230, 13 figs., 11 pls.
241. Watkin, E. Emrys. Investigation on Cardigan Bay Herrings. Parts I & II. Rep. Mar. Fresh Water Invest. Dept. Zool. Univ. Coll. Wales Aberystwyth, Vol. I, p. 5—21, 1925.
242. Williamson, H. Chas. Pacific Salmon Migration: Report of the Tagging Operations in 1925. Contrib. Canad. Biol. Fisheries N. S., Vol. III, Nr. 9, 1927, 42 pp., 6 figs.
243. Willer, A. Fischereiwirtschaftliche Untersuchungen über die Kleine Maräne (*Coregonus albula* L.) des Mauerseegebietes.. Beitr. aus der Tierkunde. Königsberg 1924.
244. Willer, A. Untersuchungen über den Stint (*Osmerus eperlanus* L.) in Ostpreussen. Zft. f. Fischerei XXIV. 4, p. 521—558, 4 figs., 1926.
245. Willer, A. Untersuchungen über das Wachstum bei Fischen. Zft. f. Fischerei XXV. 2, p. 263—290, 1927.
246. Willer, A. Die Artenschonzeit für die Kleine Maräne. Zft. f. Fischerei XXV. 4, p. 505—520, 1927.
247. Willer, A. Ueber das Wachstum einiger kurzlebiger Fische. Mitt. Fischereivereine Brandenburg etc., 15. VIII. 1928, p. 374—379, 4 figs.
248. Wollaston, H. J. B. "Plaice Egg Production in 1920—21". p. 15; Fishery Invest. Ser. II, Vol. IX, No. 2, London 1926.

II. Allgemeines und Literatur.

1. Alm; 7. D'Ancona; 13—20. Baronov; 25. Blegvad; 26. Bolen; 27. Bounhiol; 35. Chaine; 36—51. Chugunov; 53. Clerc; 55. Collier; 65. Dannevig; 68. Echeverria; 71. Flower; 93. Graham; 94. Gray; 102. Hjort; 113. Hubbs; 140. Levi; 142. Livi; 145. Manastuirsky; 164. Milne; 166—167. Mohr; 182. Pannetier; 187. Pouchkarev; 199. Robertson; 202. Rosén; 208. Sanz; 210. Schnakenbeck; 215. Steinböck; 219. Storrow; 231—234. Thompson; 239. Thursby-Pelham.

III. Regionales.

114. Huitfeld-Kaas (Norwegen); 187. Pouchkarev (Sandal-See); 202. Rosén (Norrbotten).

IV. Behandelte Arten.

Cyclostomata: 112. Hubbs.
Ganoidea:
Acipenseridae: 3—4. D'Ancona; 213. Schnakenbeck.
Teleostei:
1. Clupeidae: 74. Fraser (atlantische Formen).
Alosa finta: 5—8. D'Ancona; 12. Barbieri; 28. Bounhiol; 203. Roule.
Clupea harengus: 2. Altnöder; 22. Birtwistle-Lewis; 58—60. Cowan; 70. Farran; 72. Ford; 76. Gall; 95. Hardy; 99, 101. Hessle; 103—104. Hodgson; 123. Jenkins; 124. Jensen; 128, 130—131. Johansen; 137—138. Lea; 141. Lissner; 144. Makuschak; 149—151. Meek; 152. Meek-Stones; 153—154. Meek-Storrow; 198. Riddell; 202. Rosén; 218, 220—221. Storrow; 241. Watkin.
Clupea harengus var. *membras:* 88. Gottberg.
Clupea pilchardus: 9. Arné; 32. Buen; 63. Cunningham; 69. Fage; 77. Gall; 175. Navarro; 186. Pouchet; 191. Ramalho; 217. Storrow.
Clupea sprattus: 97. Heidrich; 100. Hessle.
Sardinella aurita: 177. Navarro.
2. Salmonidae: 164. Milne.
Coregonus: 122. Järvi.
Coregonus albula: 121—122. Järvi; 180. Otterstrøm; 202. Rosén; 243, 246—247. Willer.
Coregonus lavaretus: 202. Rosén.
Coregonus pollan: 114. Huitfeld-Kaas.
Coregonus wartmanni: 114. Huitfeld-Kaas; 240. Wagler.
Oncorhynchus nerka et *O. tschawytscha* (= *quinnat*): 67. Dunlop; 73. Fraser; 78—86. Gilbert; 87. Gilbert et Rich; 134. Kusnetzow; 163. Milne; 196—197. Rich; 242. Williamsson.
Osmerus eperlanus: 96. Havinga; 114. Huitfeld-Kaas; 202. Rosén; 244, 247. Willer.
Salmo alpina: 114. Huitfeld-Kaas.
Salmo fario: 245. Willer.
Salmo hucho: 206. Salomon.
Salmo salar: 34. Calderwood; 64. Dahl; 105. Hoek; 115—119. Hutton; 143. Macfarlane; 156—159. Menzies; 160—162. Menzies-Macfarlane; 164—165. Milne; 188. Rocq; 193. Redeke; 201. Rosén; 204—205. Roule; 214. Southern.
Salmo trutta: 114. Huitfeld-Kaas; 168—174. Nall.
Thymallus vulgaris: 114. Huitfeld-Kaas.
3. Cyprinidae:
Abramis brama: 133. Kryschanowsky; 192. Redeke.
Alburnus lucidus: 114. Huitfeld-Kaas.
Carassius vulgaris: 114. Huitfeld-Kaas; 200. Rosanowa.
Cyprinus carpio: 183. Petrov-Petruschewsky; 230. Thompson.
Labidesthes sicculus: 33. Cahn.
Leucaspius delineatus: 148. Mayenne; 184. Platowa.
Leucichthys artedi: 33. Cahn; 179. Oosten.
Leuciscus idus: 202. Rosén.
Leuciscus rutilus: 10. Avrutina; 114. Huitfeld-Kaas; 155. Menschikov; 202. Rosén.
Pelecus cultratus: 120. Järvi.
Semotilus atromaculatus: 139. Leonard.
Tinca vulgaris: 178. Nordquist.
4. Anguillidae:
Anguilla vulgaris: 107—111. Hornyold; 126. Jespersen; 202. Rosén; 229. Tesch.
5. Esocidae:
Esox lucius: 29. Brofeldt; 147. Mayenne; 202. Rosén.
6. Galaxiidae:
Galaxias attenuatus: 106. Hope.

7. Atherinidae:
Atherinopsis californiensis: 52. Clark.
8. Mugilidae:
Mugil auratus: 176. Navarro.
Mugil capito: 176. Navarro.
Mugil cephalus: 176. Navarro; 181. Paget.
Mugil saliens: 176. Navarro.
9. Percidae:
Acerina cernua: 114. Huitfeld-Kaas; 202. Rosén.
Lepomis pallidus: 185. Potter.
Morone labrax: 176. Navarro.
Perca fluviatilis: 114. Huitfeld-Kaas; 202. Rosén.
Roccus lineatus: 57. Corson.
10. Centrarchidae:
Eupomotis gibbosus: 62. Creaser.
Micropterus dolomieu: 195. Reighard.
11. Sparidae:
Chrysophris aurata: 176. Navarro.
Sparus mormyrus: 176. Navarro.
12. Cyclopteridae:
Cyclopterus lumpus: 61. Cowan.
13. Pediculati:
Lophius piscatorius: 56. Conolly.
14. Gadidae: 91. Graham.
Gadus aeglefinus: 98. Heidrich; 127. Johansen; 189. Poulsen; 207. Saemundsson; 227. Suvorov; 235—236. Thompson.
Gadus merlangus: 207. Saemundsson.
Gadus morrhua (= *callarias*): 66. Dannevig; 75. Fridriksson; 89, 90, 92. Graham; 150. Meek; 209. Schmidt; 223—225. Sund; 227. Suvorov.
Gadus virens: 226. Sund.
Merluccius vulgaris: 21. Birtwistle-Lewis.
15. Pleuronectidae:
Pleuronectes flesus: 23. Blegvad; 211—212. Schnakenbeck.
Pleuronectes platessa: 11. Awerinzew; 23—24. Blegvad; 30. Bruun; 31. Bückmann; 54. Cligny; 125. Jensen; 129, 132. Johansen; 136. Kyle; 190. Rachmanowa; 194. Reibisch; 228. Tåning; 237—238. Thursby-Pelham; 248. Wollaston.
Rhombus laevis: 30. Bruun.
Rhombus maximus: 23. Blegvad; 30. Bruun; 135. Kyle; 222. Strodtmann.
16. Soleidae:
Solea vulgaris: 23. Blegvad; 30. Bruun.
(17. Lamellibranchiata:
Ostrea edulis: 146. Massey.
Tellina tenuis: 216. Stephen.)

V. Vulgär-Namen.

Aal ..... *Anguilla vulgaris*
Alasca Red Salmon ..... *Oncorhynchus tschawytscha.*
Alatxa ..... *Sardinella aurita.*
Alosa finte ..... *Alosa finta.*
Angler ..... *Lophius piscatorius.*
Anguille ..... *Anguilla vulgaris.*

Bass, Small-mouthed ..... *Micropterus dolomieu.*
Bass, Striped ..... *Roccus lineatus.*
Blaufelchen ..... *Coregonus wartmanni.*
Bluegill ..... *Lepomis pallidus.*
Brachsen, Brassen ..... *Abramis brama.*
Brill ..... *Rhombus laevis.*
Brochet ..... *Esox lucius.*

Brook Silverside	*Labidestes sicculus.*
Bouri	*Mugil cephalus.*
Californian Jack Smelt	*Atherinopsis californiensis.*
Carp	*Cyprinus carpio.*
Cisco	*Leucichthys artedi.*
Chinnok Salmon	*Oncorhynchus nerka.*
Cod, Codling	*Gadus morrhua.*
Dace, Horned	*Semotilus atromaculatus.*
Eel	*Anguilla vulgaris.*
Elbbutt	*Pleuronectes flesus.*
Gädda	*Esox lucius.*
Haddock	*Gadus aeglefinus.*
Hake	*Merluccius vulgaris.*
Heltling	*Coregonus albula.*
Hering, Herring	*Clupea harengus.*
Herring, Lake-	*Leucichthys artedi.*
Horned Dace	*Semotilus atromaculatus.*
Huchen	*Salmo hucho.*
Jack Smelt, Californian	*Atherinopsis californiensis.*
Karausche	*Carassius vulgaris.*
Lachs	*Salmo salar.*
Lake Hering	*Leucichthys artedi.*
Lamprey	*Petromyzon.*
Lumpsucker	*Cyclopterus lumpus.*
Maräne, Kleine	*Coregonus albula.*
Plaice, Plie	*Pleuronectes platessa.*
Plattfische	*Pleuronectidae.*
Pilchard	*Clupea pilchardus.*
Salmon	*Salmo salar.*
Sardine, Sardina, Sardinho	*Clupea pilchardus.*
Saumon	*Salmo salar.*
Schellfisch	*Gadus aeglefinus.*
Schlei	*Tinca vulgaris.*
Scholle	*Pleuronectes platessa.*
Sea Trout	*Salmo trutta.*
Sei	*Gadus virens.*
Sichling	*Pelecus cultratus.*
Sik	*Coregonus lavaretus.*
Silverside	*Labidestes sicculus.*
Small mouthed Bass	*Micropterus dolomieu.*
Smelt, Californian Jack-	*Atherinopsis californiensis.*
Sockeye Salmon	*Oncorhynchus nerka.*
Sole	*Solea vulgaris.*
Spiering	*Osmerus eperlanus.*
Sprat	*Clupea sprattus.*
Steinbutt	*Rhombus maximus.*
Stint	*Osmerus eperlanus.*
Storioni	*Acipenser sturio.*

Striped Bass ..... *Roccus lineatus.*
Strömming ..... *Clupea harengus* var. *membras.*
Sunfish ..... *Eupomotis gibbosus.*

Torsk ..... *Gadus morrhua.*
Turbot ..... *Rhombus maximus.*

Whitebait ..... *Galaxias attenuatus.*

Zalm, Zalmpje ..... *Salmo salar.*

Reviews.

MAGDALENE WILLIMZIK. Die Strömungen im subtropischen Konvergenzgebiet des Indischen Ozeans. Veröff. d. Instituts f. Meereskunde. N. F., Reihe A, Heft 14. Berlin, 1929.

In 1923 G. MICHAELIS published charts of the surface currents of the Indian Ocean for January and July which were founded upon observations made in these two months only. In many places the observations were scanty or completely wanting, and their places had to be supplied by theoretical considerations. This was particularly the case in the area between the West Wind Drift and the South Equatorial Current, where MICHAELIS showed a great eddy in about 65° E. long. Investigations in other oceans led to doubts as to the correctness of this interpretation, especially as the arrows of the British Admiralty "Wind and Current Charts for the Pacific, Atlantic and Indian Oceans" (1872) suggested a convergence line rather than an eddy. The late Professor ALFRED MERZ accordingly suggested to Dr. WILLIMZIK that she should make a fresh investigation of the area between 15° S. and 45° S. lat., using the larger number of observations now available and also the data for two months on each side of the month in question, five months in all, weighting the observations in such a way that the observations of the central month had a preponderating influence unless they were both few and showed low speeds. There were thus five mean directions in each 1°-degree square, one from each month, which showed on the whole three types of scattering. One of the three types led to well marked directions almost exactly opposed to each other, which might be explained either on the assumption that the current had changed between one month and the next, or that a convergence or divergence line ran through the square, which was too large a unit to use in the locality. The latter explanation was obviously correct.

The two charts show a great convergence line stretching across the ocean between the South Equatorial Current and the West Wind Drift, from its eastern limit to about 95° E. long. In July it is in latitude 35° S. from 30° E. long to 50° E. long., and the stream lines of the Drift run almost due East. In 50° E. long. they take a north-easterly direction along the northern border of the current and drive the convergence northwards to 25° S. lat. In 80° E. long. the line takes a more complicated form, as some of the Drift stream lines turn due North, and between 90° E. long.

and the Australian coast it loses itself in a confused tangle of convergences and divergences. These are due in part to the offshore winds set up by the winter cooling of the land and the convergences formed between the offshore currents and the Drift, and in part to divergence areas of rising water which replaces that carried away by the South Equatorial Current.

In January the line lies in approximately 35° S. lat. as far East as 80° E. long., where it moves northwards to 25° S. lat., to end between 90° and 100° E. long. in an area which is still confused but far less so than in July owing to the smaller demands for water made by the South Equatorial Current and the absence of offshore winds. Eastwards of 45° E. long. the line lies in great undulations which cannot be followed with certainty owing to want of observations.

The area between 50° and 65° E. long. in July is the most difficult of all, and if the observations are followed exactly the result is an eddy and two short lengths of detached convergence line in addition to the chief line. Dr. Willimzik considers that this confused picture is not a true one, but is due to the want of simultaneity of the observations in an area where the line moves North and South as the Trade Wind region shifts with the seasons. She has therefore given it a simplified course. The area round Madagascar and off the south-east coast of Africa is also discussed and differences from Michaelis' chart are pointed out. The charts should be valuable to oceanographers since, as the authoress points out, they are founded on actual observation.

Donald J. Matthews.

Lotte Möller. Die Zirkulation des Indischen Ozeans auf Grund von Temperatur- und Salzgehaltstiefenmessungen und Oberflächenstrombeobachtungen. Veröff. d. Instituts f. Meereskunde. N. F., Reihe A, Heft 21. Berlin, 1929.

The late Professor Alfred Merz had planned a complete discussion of the deep waters of all the oceans and left behind three sections relating to the Indian Ocean. His pupil, Dr. Lotte Möller, has now completed the work.

The present paper contains four salinity and seven temperature sections together with twelve stream-lined surface current charts extending as far South as 20° S. lat., the northern limit of the charts in the paper by Magdalene Willimzik reviewed above. It is founded on all the serial observations available, which unfortunately are not many and in only three cases go deeper than 3000 m., and on the less satisfactory bottom observations obtained during soundings. They have been reduced to modern standards and checked by means of the relation $S = f(t)$, and a table is given showing the salinities actually deduced from the *Challenger's* hydrometer readings.

The Indian Ocean has the same fourfold stratification that the work of Merz and Wüst has made us familiar with in the Atlantic Ocean, but with some differences. For instance, the circulation is simplified by the fact that the ocean is bounded by land on the North, and made more striking in the sections by the flow from the Red Sea and Persian Gulf

of water of 25° C. with a salinity of 39 $^{0}/_{00}$, or more, such as does not occur in the other oceans.

The writer describes the sections individually and then discusses the origin of the various layers, attaching considerable importance to the winds. The circulation of the various layers is not easy to disentangle, since they pass over into one another at vertical convergence surfaces.

The upper layer of high salinity and temperature, generally a few hundred metres thick, is fed from surface water which sinks in the counter current and southern tropical convergences and spreads in all directions. Along its southern boundary this under-current meets cold, light, polar waters, chiefly between 200 and 600 m., in the subpolar convergence which lies in about 42° S. lat. in the West and 52° S. lat. in 120° E. long. The mixed waters flow northwards with a salinity of 34.7 to 34.0 $^{0}/_{00}$ and a temperature of 8° to 2.5° C. with a thickness of about 1000 m. and an axis of minimum salinity and temperature in about 1200 m. At the end of their journey they rise to mix with the waters that feed the northern deep current. Their course is not due North: at first it is North-west then North and North-east, and finally North-west again.

The northern deep current arises where the antarctic current meets the northern subtropical waters in about 5° S. lat. The mixed waters have their density so raised by evaporation that they sink below the antarctic intermediate current with a salinity over 34.75 $^{0}/_{00}$ and flow southwards until they near the south polar continent, where they rise, mix with the thaw water along the edge of the land, and sink again as the bottom current with a salinity of 34.5 to 34.6 $^{0}/_{00}$ and a temperature of 0° to 1.5° C. This creeps slowly northwards, losing its characteristics on the way, so that under the equator it can scarcely be distinguished from the water above it.

DONALD J. MATTHEWS.

J. W. GREGORY. The Geological History of the Atlantic Ocean — being the Presidential Address to the Geological Society of London at its Anniversary Meeting on 15th February, 1929. Q. J. G. S. vol. LXXXV pt. 2, pp. LXVIII—CXXII. London, 1929.

This very fully documented and important paper cannot fail to be of great interest to many who are not primarily geologists. Workers upon problems of Marine Biology whereto a knowledge of the past distributions of land and water could profitably be applied, will find the requisite information concerning the palæogeography of what is now the Atlantic area, authoritatively set down here.

Professor GREGORY treats his subject under twenty heads in the space of some fifty-five closely printed pages, and a very useful summary is appended. Three small charts showing the land and water distribution in Mid. Devonian, Mid. Cretaceous, and Upper Carboniferous to Rhaetic times are given, whilst a fourth one depicts "Features in later History". In marshalling the arguments for and against former land connections and marine transgressions, the author discusses the petrological affinities, the resemblances in geological structures, and the faunal and floral sequences as displayed in the formations of opposite parts of the Old and New Worlds.

It is almost impossible to give any useful summary, even of the author's summary, in a brief space. One matter in particular will interest readers of the Journal — the remarks made upon the spawning of the eel. The congregation of the eels of Europe and Northern Africa to breed where they do in the Atlantic, is, as Professor GREGORY says, "regarded as one of the most surprising freaks in the life history of fishes". It seems possible to state that there was a more recent land connection across the North Atlantic than across the tropical zone. Arguments supported by a consideration of the nature of the sea floor some 600 miles North of the Azores, point to the recent sinking of the Atlantic in these latitudes.

The genus Anguilla is known from the Swiss Upper Miocene, and indubitable fossil eels have been collected by Sir ARTHUR SMITH WOODWARD from the Upper Cretaceous of the Lebanon. "If the present spawning area had been the early home of the European eel", says Professor GREGORY, "it may have continued to resort thither to breed, and the larvae have adapted themselves to the new conditions as the sea floor sank".

Major questions such as the permanence of ocean basins, the implications of isostatic compensation, and the nowadays much discussed conceptions of continent drift largely associated with the name of WEGENER — receive their full meed of attention.

It appears certain that there was land where now are the North and South Atlantic, in the Lower Palæozoic Era in both Cambrian and Ordovician times. In post-Ordovician times, a North Atlantic sea existed as the result of Caledonian earth-movements. In Devonian times, an Old Red Sandstone land joined Canada and Britain; at the same time the present South Atlantic area was also land (SCHWARZ's "Flabellitesland").

In the Upper Palæozoic and Mesozoic Eras, Gondwanaland long occupied the site of the present tropical and southern Atlantic. It is demonstrable that a continuous land occupied the tropical Atlantic throughout most of the Palæozoic and all the Mesozoic Era; according to many authorities this lasted until at least the end of the Oligocene Period. Its survival until the Middle Kainozoic can be confirmed, but there seems to be need to assume a temporary land bridge in the Upper Miocene to account for the appearance of a Floridan Hipparion in Southern Europe. In the Jurassic Period, the sea lying North of Gondwanaland from the Mediterranean to the West Indies, spread northward over the eastern part of the North Atlantic and was temporarily united with the Arctic Sea. This sea was the western part of the Tethys and was SCHUCHERT's Poseidon. The Tethys was the main sea on the course of the present Atlantic until late Cretaceous times, when southwards stretching gulfs projected from it. In the lower, and in part of the Middle Kainozoic, Brazil and Africa were still united. The Oligocene Alpine folding resulted in meridional fractures which increased the northwards and southwards stretching gulfs from the Tethys, resulting ultimately in a continuous longitudinal sea from Arctic to Antarctic. The last transatlantic land-connection, the Icelandic, was probably not severed until the Upper Palæolithic, whilst evidence exists to show that the Falklands were not separated from South America until about the same time.

The combined evidence of all kinds proves that no ocean entitled to

rank as the Atlantic existed during the Palæozoic and Mesozoic Eras. Its formation began at the end of the Cretaceous, and was effected mainly after the widespread mountain-forming movements of the Oligocene Period.

J. N. Carruthers.

Johan T. Ruud. On the Biology of Copepods off Möre 1925–1927. Cons. Perm. Intern. pour l'Exploration de la Mer. Rapp. et Proc.-Verb., Vol. LVI, Copenhague 1929.

In this paper Mr. Ruud gives an account of the Copepoda taken during the plankton investigations carried on off Möre, on the West coast of Norway, in 1925–27, tracing their development from the small winter stock to the enormous shoals which characterise the spring and summer months. He deals separately with the three areas in which investigations were carried on, viz.: the fjords, the bank, which extends seawards from Möre for 40–50 miles with a depth of about 80–200 metres, and the open sea outside the bank, up to 200 miles or more from shore.

The bank, across which lines of stations were made during three years from March to July, is treated of at greatest length and affords the most consistent picture of the annual course of development. In this area the total volume of the copepod plankton, starting from a minimum in March, rapidly reaches a maximum some time during April, the date probably varying with the year and locality. A decrease occurring earlier or later during May is followed by a secondary maximum in June, both of which were clearly marked in the two years in which the observations covered the months in question, and in July the decrease is resumed. The two most important species of Copepod, *Calanus finmarchicus* and *Pseudocalanus minutus* (*P. elongatus*), both show this second maximum, and the author suggests that the first maximum may be connected with the early flowering of diatoms and the second with the later development of peridineans which follows after an interval in these waters.

The most important species, and the one which occupies the largest space both in nature and in the paper, is naturally *Calanus finmarchicus*. A counting of the numbers of the successive developmental stages in the townettings shows that the two maxima correspond to two spawning periods, one in February–March the other in May—June, the specimens which make up the second maximum being the offspring, not of those actually making up the first, but of others developed under similar conditions further to the South and drifted into the area by the slow passing of the coastal water to the North-east.

Reproduction of *C. finmarchicus* is seen to start from the shore and to extend outwards across the bank, the nauplii appearing first on the innermost station, but by the time it has extended across the bank there has appeared on the outermost station a large stock in a later stage of development, indicating that an invasion from a second and earlier centre, probably oceanic, has contributed to the numbers on that station.

The longer cruises made in summer across the Norwegian Sea showed the smallest numbers of *C. finmarchicus* where they crossed the line of the Gulf Stream, which follows a well defined course parallel to the coast, the greatest numbers occurring in the water-masses bordering it.

Measurements of the carapace length of specimens from a large number of stations indicated a close correlation between the size and the temperature at which, it was estimated, development took place, the largest specimens being developed in the colder water of spring and a diminution in size being associated with the rising summer temperature. This difference in size has been tentatively used to trace the probable origin of different shoals.

The abnormal appearance of immense shoals of adult *C. finmarchicus* at the surface was noted on three occasions under varied conditions, but no explanation is suggested for this rather obscure phenomenon.

The few other species, less abundant than *C. finmarchicus*, which go to make up the Copepod fauna are dealt with in less detail. Some of these, such as *Calanus hyperboreus* and *Euchaeta norvegica*, are normal inhabitants of the deep water of the fjords, others, such as *Temora longicornis*, have a neritic coastal distribution. Copepods characteristic of Gulf Stream water were only noted exceptionally.

Much credit is due to the author for the detail in which he has worked out his material and for the way in which he has fitted together the results of his observations to produce an intelligible picture of the rather complicated course of development of the plankton, more particularly of *Calanus finmarchicus* on the Möre bank. The problem involved is in its essence not unlike the plotting of the depth contours of an unknown sea from a small number of soundings, and the result, though not demonstrably true, can be accepted on the grounds of its probability. The differences between the annual cycles in the fjords, on the bank and, as far as it can be followed, in the Norwegian Sea, show that as far as the commoner copepods are concerned every area must be worked out independently. Possibly when this is done more widely some general principles connecting hydrographical conditions and food supply with spawning periods and rates of development may become apparent, but much more work on the lines of the present paper is still needed. G. P. F.

Andrew Scott. The Copepod Parasites of Irish Sea Fishes. Report for 1928 on the Lancashire Sea-Fisheries Laboratory. No. XXXVII. Liverpool, 1929.

This paper is in the main based on records given more briefly by the author and the late Dr. T. Scott in their Ray Society Monograph on British Parasitic Copepoda, but its contents have been revised and supplemented by additional information collected at Liverpool, mainly by Mr. Scott himself.

Of the 110 marine species recorded in the Monograph, 66 are listed in the present paper from the Irish Sea or its vicinity, and, in addition, three species new to science are described. The new species are *Taeniacanthus wilsoni*, (Ergasilidae), from the gills of *Raia fullonica*, *Nemesis vermi*, (Dichelestiidae), from the gills of the Basking Shark and *Lernaeocera megacephala*, (Lernaeidae), from the Haddock.

Two species, *Dinemoura producta* and *Nemesis vermi*, were not actually taken in the Irish Sea but were found on the gills of a Basking Shark

caught in the Clyde. As the host occurs from time to time in the Irish Sea, though it is rarely captured, it is probable that the parasites are also present.

The list of species given in the paper does not claim to be a complete one for the Irish Sea but is restricted to species which have been taken in connection with the investigations centred at Liverpool. On the basis of the Ray Society Monograph it might have been supplemented by three or four additional species recorded from other sources.

Some noticeable changes in nomenclature are introduced on the strength of Dr. C. B. Wilson's investigations. Thus the familiar *Lernaea* becomes *Lernaeocera*, and *Lernaeopoda salmonae*, the "salmon maggot", appears as *Salmincola salmonae*.

The interest of the Copepod parasites of fish is mainly morphological and systematic. Their distribution corresponds closely with that of their hosts, and as a rule their influence on the fish which harbours them is, to all appearance, little or nothing. An exception must be made in the case of *Lernaeocera branchialis*, the effect of which on the whiting is, it is noted, such that the infected fish can be distinguished from the non-infected at a glance, mainly on account of their emaciated appearance.

G. P. F.

Otto Pratje. Subfossile Seichtwassermuscheln auf der Doggerbank und in der südlichen Nordsee? (Beitrag zur Geologie der Nordsee Nr. 3). Centralblatt f. Min. etc., Jahrg. 1929, Abt. B. No. 2, S. 56—61.

This paper points out that the North Sea is a young sea of "post-diluvian" (post-glacial) date in which the Dogger Bank marks the position of a former coast line. On this ancient coast line various mammalian relics and submarine peat, in which pine predominates, have been found. There is, too, a relict fauna, relict in the sense that it is the remains of a littoral fauna persisting there into the present period of submergence, consisting of *Tellina tenuis* (living at its maximum depth), *Spisula subtruncata*, *T. fabula*, etc. There also occur "the empty shells of *Cardium edule* L. and *Lutraria elliptica* Lam., neither of which now occur in a living state on the Bank, and are genuine shallow water forms living close to the coast. The habitat of living *Cardium edule* only extends to a depth of 5 m., and nowadays such shallow areas no longer occur on the Dogger Bank". Similarly shells of *C. edule* and *Tellina* (*Macoma*) *baltica* found at a distance 30 km. North of Borkum and Norderney are to be regarded as relicts and not as having been washed off the present day coast.

Presumably a similar interpretation will hold good for the shells of *C. edule* found in the Irish Sea East of Lambay in 34 and 44 fathoms (valves of *T. tenuis* also present at the latter station), off Drogheda 18 fathoms and in the middle of the Irish Sea 26 miles South-west by West of the Chicken Rock in 40 fathoms as recorded in Fisheries, Ireland, Scientific Investigations, 1911, I. (1912). Whilst the interpretation given is probably correct it is as well to proceed cautiously since, until it was recently shown, Nature, April 20th, 1929, p. 606, that *Spisula subtruncata* had become extinct in the Clyde Sea Area within the last 45 years,

both the abundant dead shells in that area and the records of the valves of that species in the Irish Trawling Report were open to the same interpretation as the records of the shells of *C. edule* in the North and Irish Seas.

Dr. PRATJE himself stresses the need for caution when he writes "there only remains the great probability as regards these shallow water forms as relicts of the subsidence period.... The shells of *Cardium edule* in the first place, then also of *Lutraria elliptica* on the Dogger and *Tellina Baltica* in the southern water must therefore in the majority of cases be classed as subfossil and as a link bridging over between the post-diluvian submarine marshes and the present day communities of fauna."

RICHARD ELMHIRST.

Å. VEDEL TÅNING. Plaice Investigations in Icelandic Waters. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer. Rapp. et Proc.-Verb. Vol. LVII. Sci. Rep. of the North-Western Area Com. for 1926—27. Copenhague. 1929.

The difficulties of carrying out a detailed investigation of a fish in waters so remote from a marine biological station such as those of Iceland are so great that Dr. TÅNING is much to be congratulated on his comprehensive survey of the Icelandic plaice. No aspect of the life history and general economy of the plaice has been omitted, although some points could not be considered fully owing to the inevitable lack of continuous work.

Dr. TÅNING traces the history of the Icelandic plaice fisheries from their inception in 1891 when the first English steam trawler started fishing in those waters — the plaice for some reason having been entirely neglected by the Icelanders — and by means of the International and English statistics he shows how the yield of a very rich virgin ground was reduced to about half the quantity in the course of some eight years. When, as in the North Sea, the stock was replenished owing to the partial cessation of fishing during the war, the reduction owing to the post-war fishing was even more rapid than before, no doubt due to improved vessels and gear. The decline in actual abundance was not perhaps quite so rapid as shown in Table (1) which gives the total yield of the plaice fishing according to International statistics. The yield fell by over four thousand tons (42 %) between 1920 and 1921. Since, however, as Dr. TÅNING says, the greater part of the plaice are taken by English vessels, the effect of the coal strike in England in the spring of 1921 would be to depress the total yield, as the English fishery was restricted for some months. The catch per day's absence from port of English steam trawlers gives a truer picture of actual abundance and shows that the decline was more gradual:—

Catch per Day's Absence from Port of English 1st Class Steam Trawlers in the Region of Iceland.

Year	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913
Cwts.	5.3	5.1	3.9	3.7	3.1	3.3	3.9	2.6

Year	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926
Cwts.	4.9	3.6	3.0	3.0	2.4	2.5	2.4

The difference in the sorting of plaice on the English market in pre- and post-war years, is quite sufficient to account for the apparent scarcity of "Large" plaice after the war, as Dr. TÅNING suggests. The present sorting will account also for the great increase of "Small", since this category now includes much of the fish previously classified as "Medium".

The study of the general conditions of life show the importance of the great variation of hydrographical conditions off the different coasts of the Island. Briefly stated the conditions are as follows. The South and West coasts are bathed by warm Atlantic water and the North and East coasts by Arctic water, causing a marked difference in temperature. At 50 metres depth, it ranges from 7° C. in the South to below 1° C. in the North-East during the winter and early spring. In summer the warm water is carried round the western to the North and East coasts by the anticyclonic current, losing heat as it passes. The water of the eastern side is therefore the coldest.

Dr. TÅNING shows how the hydrographical factors affect the plaice stock. First in regard to the racial characteristics. The plaice of Icelandic waters may all be considered as one stock since the young fish are distributed by the currents and by migration from the South to the East coasts, but there is as great an increase between the numbers of vertebrae and numbers of the dorsal and anal fin rays of the plaice from the South and the North of the island as there is between the numbers of the vertebrae and fin rays of the Icelandic and Baltic-North Sea plaice. These variations he regards as purely phaenotypical.

The time and place of spawning again depend on temperature. The main spawning takes place in the warmer waters of the South and West in March and April, and the larvae are carried North by the currents, but there is also a later spawning off the East coast in May and June. Bottom stages of the 0-group were not found till July 1st on the South-West coast, a fortnight later on the North and still later on the East coast. As might be expected the growth of the 0-group is least on the East coast and greatest on the South. This difference in growth rate is evident throughout life. The plaice from the western side of the South coast grow very rapidly, indeed are larger for their age than those of the North Sea and the growth rate shows a decline as the stock is sampled round by the West to the North and reaches its minimum on the eastern side of the island. Dr. TÅNING relates the difference in growth rate to temperature and suggests that the importance of temperature and length of summer have been underestimated when the rate of growth of plaice have been studied. While the effect of such great differences in temperature as are found round Iceland may well have a marked effect, it is doubtful, in the reviewer's opinion, whether the difference in growth, for example, between the plaice off the Danish seaboard and the western Dutch coast can be due to the small variations in temperature of the two localities. Moreover, if the part played by a slight increase or decrease in temperature has a significant effect, a higher growth rate might be expected after a long hot summer than after a cold one, but the reviewer's own researches give no evidence that such is the case in the North sea at any rate.

While the material at Dr. TÅNING's disposal is perhaps hardly adequate

for the conclusions drawn in the regard to the density of plaice in different localities and for estimating the proportions of the different sexes, no such criticism can be made of the magnificent collection of 10,000 otoliths which were read — a work that must have entailed tremendous labour since the majority had to be ground down. The section upon fluctuations of year-groups is of great interest to the investigators who are studying the subject in the North Sea. It is to be hoped that such work will produce evidence into the causes of these phenomena. The case of the abundance of the 1922 and the scarcity of the 1923 brood years which was common both to the North Sea and to Icelandic waters cannot be without significance. It is to be hoped that this work will be continued.

The problem of the Icelandic fisheries is a different one from that of the North Sea. In the latter the decline is mainly one of the abundance of the more valuable sizes of plaice, due probably in a large measure to the destruction of vast numbers of fish before they have reached a marketable size. In Icelandic waters, according to the measurements given in the Appendix, but few unmarketable plaice are taken by the trawl in extra-territorial waters; nevertheless there is a very serious decline in abundance during the last few years. If it be assumed that the war period accumulations were removed by the first five years of post-war fishing, it might be expected that the abundance would remain at about the same level afterwards if the balance between production and fishing were maintained, since the oncoming stock has so great a chance of avoiding capture while still too small for the market. But it is evident that this balance has not been maintained; the catch per 100 hours fishing of English steam trawlers, according to the most recent figures, has fallen from 48 cwts. to 30 cwts. between 1925 and 1928. In fact, the stock is being removed at a quicker rate than it can be replaced. It is difficult to see how measures can be taken in order to conserve the stock since trawling for other fish will continue whether the plaice are abundant or scarce. At the same time it is obvious that a careful watch should be kept by the Danish authorities on the effect of any fishing that may be carried on in intra-territorial waters.

D. E. Thursby-Pelham.

E. Ford. Herring Investigations at Plymouth. V—VII. Journal Marine Biol. Assoc. N. S. Vol. XVI. No. 1. Plymouth 1929.

In this new series of papers on Herring Investigations Mr. Ford is continuing the observations on the Channel Herrings which he began in 1924. For four seasons the age and length composition of the Plymouth shoals have been studied and it has been found that herrings join the shoals in their third year and become most abundant in the catches when five years of age, thus exhibiting the same properties as the herrings of the East Anglian Autumn Shoals.

During the period of time dealt with in these papers, the 1920 year-class was the most important and there is a striking similarity between the variations of the percentage abundance of the year-class and the average weight of fish per landing.

The average weight was high in the season 1924—25 when the 1920

year-class was five years old and comprised 50 % of the catches, and during the next two years the average weight fell to 16 cwts. as the percentage fell 24.2. The season 1927—28 was remarkable for the very high average weight per landing — 46.6 cwts. — but this increase was due to year-classes other than that of 1920, the latter having now decreased to less than 10 % of the catches.

Two fairly rich classes, 1923 and 1924, and a very good year-class — 1925 — were now accounting for the increased average weight per landing, and from the knowledge that after five years of age a year-class decreases in numbers in the catches, the author expects that the 1923 year-class will decrease and the other two will increase, making the prospects for the season 1928—29 appear favourable.

Observations on the temperature of the local fishing grounds, together with a study of the landings, show that as the temperature falls from 13° C. to below 11° C. the yield of the grounds seems to improve and, from the mean temperature curve for the fishing season, Mr. Ford deduces the dates at which the criterion temperatures are reached, as:—

Nov. 10th	Nov. 30th	Dec. 19th
13° C.	12° C.	11° C.

He goes perhaps a little too far in quoting the periods during which the fishery would normally be expected to fall into such categories as "poor", "improving", "fair", and "satisfactory", especially as it is admitted that the prediction of the fishery is rendered very difficult by the lack of knowledge of such factors as tides, winds and the influence of the moon. But the author is fully aware of the vagaries of the herring fishery in his area and this is a good beginning.

Perhaps the most interesting feature of these reports, to the reviewer at any rate, is Mr. Ford's conclusion that the "Southern North Sea" type of herring and the "Channel" type (Hodgson) exhibit the same growth conditions, the difference in size at, say, l_4 being due to the difference in the initial length l_1. In Part III (1928) of Mr. Ford's series we see that he has compared the growth types of "Plymouth" and "Sussex" fish, and he finds that "the Plymouth fish had made a superior growth throughout". But have they? Below, the Plymouth and Sussex fish are compared with Hodgson's approximation for the Southern North Sea type.

	Plymouth	Sussex.	Southern North Sea
	cms.	cms.	cms.
l_1	13.88	10.73	8
l_2	21.03	18.04	16
l_3	24.68	21.89	20
The increments t_2 and t_3 for these "types" are:—			
t_2	7.15	7.31	8
t_3	3.65	3.85	4

Obviously, these three types are very similar, but if one goes into detail it will be seen that the Sussex fish have actually grown more and not less than the Plymouth fish, as Mr. Ford has said. It has been the common practice of many people who deal with Herring statistics to ignore the value of the length l_1 when comparing growth, with the result that statements regarding "types" of herrings, and good or bad growing areas, are found on close examination, to be entirely misleading.

In Part VII of the series, Mr. Ford begins a new line of research by investigating the estuarine spawnings of the Plymouth district. Eggs are known to be deposited in waters which freshen periodically and he is endeavouring to find out if the variable characters of the young herrings are dependent upon the conditions under which the fish develop. There is a real difficulty, however, in that it has not yet been possible to rear artificially hatched larvae to such an age that would permit of the "racial" characters being counted, but by hatching out ova in waters of different known salinity it has been shown that fertilisation seems possible in waters of salinity 4.8 $^0/_{00}$ and also that it may even be successful in water of salinity as low as 2.5 $^0/_{00}$.

In water of salinity 5 $^0/_{00}$, not only was there effective fertilisation, but successful hatching also. From this experiment it is concluded that spawning may take place in Plymouth Sound or up the rivers Tamar and Lynher, with fair chances of a satisfactory brood of larvae.

The paper is concluded with a series of observations on the specific gravity of herring larvae. The larvae tend to sink to the bottom unless they persistently swim to the surface, and upward progress will be less easy for newly hatched larvae than for older ones on account of their higher specific gravity and poorer swimming power. The author says that questions relating to horizontal and vertical distribution may be affected by such factors, but surely the movements of the sea itself will outweigh all efforts on the part of such small creatures as herring larvae.

W. C. H.

Arni Fridriksson. Age-Composition of the Stock of Cod in East Icelandic Fjords during the Years 1925—1927. Cons. Perm. Intern. pour l'Explor. de la Mer. Rapp. et Proc.-Verb. Vol. LVII. Copenhague 1929.

In this commendably short paper an account is given of the results of otolith reading of about 10,000 specimens of cod.

At the stations from fjords on the East coast of Iceland the 1924 group was markedly predominant in the three years of observation, 1925—1927. This is clearly shown in the writer's Fig. 1. It is unfortunate, although it does not necessarily cause the conclusion of the dominance of the 1924 group to be invalid, that the observations in 1927 were made with a trawl, not with the eel-seine used in previous years; for one cannot be quite satisfied that the numerical distribution of the year-classes in 1927 is comparable with the distribution in 1925 and 1926, especially as the sample caught with the trawl gives none of the I-group and relatively few of the II-group, a result consonant with the dominance of the 1924 class, but also, unless I am mistaken, with selection by the different gear.

At stations not on the East coast the 1924 class was not predominant, and was weakly represented in 9 out of 11 stations. It appears therefore that there was, as the author writes: — 1) a good spawning year in 1924; and 2) a more or less complete concentration of the year-class in question in East-Icelandic waters. MICHAEL GRAHAM.

A. W. H. NEEDLER. Studies on the Life History of the Haddock (*Melanogrammus aeglifinus* Linnaeus). Contrib. Canad. Biol. and Fish., N. S., Vol. IV. No. 20. Toronto, 1929.

Since the summer of 1926 the author of the above paper has devoted particular attention to the study of the life history of the Haddock. The first fruits of this study were embodied in an important paper[1]) showing that, in the less saline portion of the waters of the Bay of Fundy, Haddock occur plentifully only in exceptional years, usually some three or four years after very successful spawning seasons in more seaward areas. Whether these areas lie northerly (off the Nova Scotian Coast) or southerly (in the Gulf of Maine) could not be determined from the data. In the present paper, however, much addition is made to the knowledge of biological features in the more northerly of these regions, although it is emphasised that only the more striking and incontestable results are given in this preliminary survey. The field of study has since been broadened to include the entire West Atlantic area in which Haddock occur, and the further results should prove most valuable.

The general distribution of West Atlantic Haddock is discussed, and that of the more northerly (Canadian) portion of this distribution is clearly depicted in two charts. The latter were constructed from the statistics supplied by some seventy District Fishery Officers. The offshore fishing has been developed since the adoption of otter trawling in 1920, and takes place on the Nova Scotian Banks and the southern portion of the Newfoundland banks. Hitherto the inshore fishing, conducted largely by lining operations, has provided the major portion of the catches, and it is from the recent statistics of this fishery that the charts referred to were constructed. Haddock are plentiful from the South side of the Bay of Fundy to Cabot Strait — that is right along the Acadian coast — but fail to penetrate in numbers into the fresher and colder water of the Gulf of St. Lawrence.

Hydrographic conditions are shown to have a very great bearing on this distribution, which is restricted to the same range of depth of water as is frequented by Haddock in European waters. Most of the details given refer to the warmer seasons of the year, the conditions on the spawning grounds, as indeed the exact positions of these grounds, remaining to be studied. The salinity of the water is several points lower than in the North Sea, ranging from about 30—34 $^0/_{00}$. The temperature is also relatively low, varying between zero and about 11° C. (The author points out that at Minas Basin, inner Bay of Fundy, the summer temperature

[1]) A. G. HUNTSMAN and A. W. H. NEEDLER. Fluctuations in the Haddock Fishery of the Bay of Fundy. (Contr. Canad. Biol., N. S., V. III, No. 18, 1927).

may reach 14° C., but that apparently this is too warm for Haddock life — at all events in water of very low salinity.) The main shoals live in water of temperature 0°—5° C. and salinity $31^1/_2$—33 $^0/_{00}$. This is probably colder and less saline than the optimum temperature and salinity for Haddock, for, as is stated by way of comparison, the shoals are relatively denser in the more southerly G. of Maine, where a summer temperature of over 4° C. and salinity of 32—$34^1/_2$ $^0/_{00}$ are attained. When neighbouring water-masses, as in the Laurentian district, show the one very low temperature and the other very low salinity, Haddock *faute de mieux* choose the former. As is the case in the western Baltic, entry to more or less landlocked areas, where the water is of low salinity, is effected from outside in the very young stages, and is inextensive save in exceptional years.

It will be particularly interesting when the effect of the low temperature — low salinity water of the West Atlantic area upon racial characters and growth rate is fully made known. With regard to the effect on growth rate NEEDLER presents the results obtained from scale-age analysis of Haddock from three parts of the northern region (Figs. 6, 8 and Table II). In the samples examined there were about 1000, 450 and 850 fish respectively. We may bring the approximate results together as below, those for *a* and *b* being read off the graphs on Figs. 6 and 8 respectively, and those for *c* obtained by combining the weighted means given in Table II:—

		Temperature	Salinity
a.	Lockeport (inshore)	0°— 2° C.	$31^1/_2$—32 $^0/_{00}$
b.	Sable I. banks (offshore)	0°— 5° C.	32 —33 -
c.	St. Andrews (inshore)	0°—11° C.	31 —$31^1/_2$ -

Growth Rates in centimetres.

Age..	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
a....	41	47.5	54	58	64	66	68	69	70.5	72	73
b.....	41	49	55	60	64	67	69.5	71.5	..	..	..
c.....	38.2	47.5	52.6	58	..	..	..	..	..	..	..

a and *b* refer to completed growth for the year, *c* to sizes attained about the middle of the annual period of growth. In the case of *c* therefore a few centimetres require to be added to make the figures strictly comparable. It will be seen that the growth rate for the three areas is very similar, although some justification may be said to be apparent for the author's conclusion that the growth rate tends to increase — in the direction *a* to *c* — with increase in the temperature of the water. There seems to be no obvious correlation between growth rate and salinity. In a graph (Fig. 9) these three growth rates are plotted out and compared with those for Faroe and for North Sea Haddock. Unfortunately the explanatory lettering has escaped reproduction in the diagram, which demonstrates that West Atlantic Haddock grow, for the first few years of life, more

quickly than even the fast-growing Faroe Haddock, but that this advantage is more than lost by the earlier and more pronounced slowing down of rate of growth from about the seventh year. NEEDLER makes a point of the fact that growth in Canadian waters far exceeds that in the deeper portions of the North Sea, although the mean annual temperature of the latter exceeds that of the former. It follows that temperature *per se* is not an absolute factor controlling growth rate. The thesis is still tenable, however, that within areas supporting independent Haddock stock there is for Haddock growth probably an optimum temperature, lying well on the high side of the mean annual temperature. Conversely there is probably a temperature not far above zero where growth effectually ceases. (NEEDLER finds that more than 80 % of the year's growth is put on between Aug. 1st and Nov. 1st, the temperature for the remaining portion of the year being very low.) That the optimum temperature in the North Sea may be higher than in Canadian waters is conceivable if we consider the effect of temperature as two-fold — first, as a physical factor affecting the metabolic processes of the fish, secondly, as a physical factor setting in motion the complex chain of elaboration of fish food from lower organisms, the particular species of which are not the same in the two localities, whose sources of organic and inorganic raw material are different. In short, a slightly lower temperature in one region as compared with another where the raw material for organic growth is scantier or different in type, may engender a more copious or more nutritious food supply and more than counterbalance a possible restraining effect on the sheer metabolic processes of the fish. H.T.

MICHAEL GRAHAM. Studies of Age-Determination in Fish. Part I: A Study of the Growth-Rate of Codling (*Gadus callarias* L.) on the Inner Herring Trawling Ground. Min. of Agric. and Fisheries, Fishery Invest., Ser. II, Vol. XI, No. 2, 1928. London, 1929.

This paper will rank among the most important of those dealing with methods of age-determination of Cod. GRAHAM has examined his subject with meticulous care, envisaging and evaluating (or discounting) all the possible obstacles to the practice of his technique. It is probable that the work of age-determination of any fish (in at least some parts of the habitat of the latter) will ultimately come to have some such mechanical basis as he sets forth. The author's thesis was to attempt, by a rigid method independent of personal judgment, to determine the age of Codling within a circumscribed area of the North Sea. It is a desideratum that, in a study involving the comparison of scales, the average scale used should be from approximately the same part of the body of the fish. The author admits, however, that both by selection at sea and again in the laboratory this ideal was somewhat departed from. In a repetition of such work this fault would be remediable with, most probably, the removal of some of the difficulties GRAHAM encountered in making his deductions. To take an example, by no means isolated, we find that the scale from a 30 cm. fish (No. 124, Fig. 51) has been so selected that it is larger than one from a 56 cm. fish (No. 87). In an allied fish (Haddock) this contingency is well

outside the range of possibility if scales be taken from a selected — but not too restricted — part of the body of the fish. While such a selection of scale from the larger fish may not, as the author thinks from a study of a series of scales from different body parts, impair the determination of age, it is probable that the consistent selection of one of the largest scales would facilitate such determination and reduce the number of older fish which (e.g. No. 130 — size 59 cm.) had to be classed in the 0-group. Certainly, as he admits, the curve (Fig. 11) expressing the relationship between size of fish and scale would, in the upper portion, take a different course. The formulae derived to express the relationship and to enable fish size at any intermediate age to be worked out are, however, restricted by him to fish sizes 15—34, where scale selection was most uniform, and where the relationship is roughly linear. One of the highest merits of GRAHAM's method is that, by a simple technique of reproducing for scrutiny a picture of the sclerite-widths of each scale used by him, future detailed use may be made by others of his work. Inevitably of course there are lost any possibly valuable optical effects such as are seen in the scale under magnification. Age-determination is made, not directly from the scale, but from this replica of its most essential features. In his search for mechanical methods of interpreting age therefrom the author has, by a process of trial and error, found that by adopting certain criteria, whose limitations he specifies, there is a very high degree of probability that the majority of the fish will be correctly "aged". This is established since the age of the majority of the fish in his samples was known, these fish belonging to the 1923 brood and being followed year by year till 1926, when, at the age of about three and a half years, it was certain that they were being utilised commercially. That no fish in the majority groups is incorrectly aged is not claimed, and indeed an inspection of the scale tracings suggests that, save in the case of some of the larger fish included in these groups, there can be no other age than that indicated. So far then the method is unique in that it provides a means, independent of personal judgment or bias, of determining the approximate proportions of the numbers of the dominant year-groups of Codling in a certain portion of the North Sea. There remains over a minority group, consisting of fish of genuine non-dominant broods, and others of the dominant brood whose age has been incorrectly determined by the method, which as it stands does or can make no use of this group. This is a drawback, and one would suggest that the method, to the extent in which it has proved infallible, be used for the deduction of what might be called secondary criteria, the use of which would allow of a proportion of the minority group being correctly aged. For instance it should be profitable to determine the range and the mean number of sclerites in fish known to be one and two years of age, and possible to tie down the position of the "false" narrow ring that appears to occur at times in the second year zone of the scale. GRAHAM indeed produces evidence which would suggest that such a false ring may occasionally be looked for. He shows that, at least in some years, the growth cycle proceeds from a period of stasis in the three winter months to a period of rapid growth in early summer, followed by a decline of rate of growth towards autumn and a second period of rapid growth in late

autumn. From observations made on the breadth of the sclerites at the scale edge he finds that the course of the growth of the scale follows that of the fish — in other words, between the two spurts of growth, shown on the scale by wide sclerites, there will occasionally occur on the scale one or a few narrower sclerites which, by GRAHAM's criterion for the recognition of the second narrow (= winter) ring, will automatically be given the status of such a ring. Conversely the determination of the mean and the range of the number of sclerites to be expected in the first year zone would avoid, in many cases (e.g. in Sample 1) the classing in the 0-group of fish obviously older than one year. Perhaps a similar rigid method applied to the scales of Codling from a region — such as Faroe Bank — of very rapid growth would afford aids for the selection of criteria for other regions. A glance at some of the scale tracings reproduced in this paper is sufficient to show that for the scales of some Codling no precise method of telling the age is possible. In using GRAHAM's method it is obvious that the mensuration will require to be most precise, and the lines on the tracings very thin, since the transition from e.g. the second narrow (= winter) to the third wide (= summer) zone is to be located at a position on the scale where there are three narrow sclerites whose combined width is exceeded (by three sclerites in the succeeding wide zone) by only one fourth. Where there are two combinations of sclerites giving equal values for the minimum combined width the outermost was consistently selected by GRAHAM. It may be suggested that, to avoid over-shooting the actual winter mark by one or two sclerites, it would be better to place the narrow ring at the narrowest sclerite of these four or six sclerites (as the case may be). This is important if intermediate-age sizes are to be calculated.

The author has removed a pre-existing possibility of complication by determining that autumn-spawning Cod make but a trivial contribution to the stock. Perhaps, however, his deductions bearing on the identity of his various samples tend rather to discount overmuch the possibility of long-distance migration and interchange.

A welcome feature of this paper is a co-operative section on the relevant hydrography of the waters of this area (by J. R. LUMBY). This enables GRAHAM to correlate the secondary spurt of codling growth in late autumn with maximum temperature of the bottom water. H. T.

MICHAEL GRAHAM. Studies of Age-Determination in Fish. Part II. A Survey of the Literature. Min. of Agric. and Fisheries, Fishery Invest., Ser. II, Vol. XI, No. 3, 1928. London, 1929.

The biological study of a fish is greatly facilitated where a ready and accurate means of age-determination exists in one or other of the lime-impregnated structures. Unfortunately, as the author of the above compilation of critical reviews shows, workers on age-determination in fishes have reached results which are often inconclusive or even contradictory of each other. He has therefore carried through the task of scanning the literature on the subject, rejecting such work as seems to be founded on unsubstantial grounds, and, by taking the "greatest common measure"

of the residue (some 70 papers are accepted as supporting their theses with sufficiently plausible data) attempting to enunciate the facts so far established. With these facts in view an hypothesis is then conceived of the metabolic mechanism at work in forming periodic markings in the skeletal structures.

It is difficult, in constructing a synoptic work such as that under review, to preserve throughout any great simplicity of style, or to guide the reader easily among the rapid changes of topic. As Mr. GRAHAM has adopted the method of summarising the papers in chronological order, section A. (pp. 5—34 of his review) may best be regarded as a highly useful work of reference. The reader may with advantage commence with sections B.—F. (pp. 35—43) which discuss, with full references to the detail in Section A., the evidence for the validity of the methods of age-determination, the relation of scale-size to fish-size, and the factors which might be expected to affect scale structure.

Experienced workers on age-determination of fishes will agree with WALTER (quoted on p. 7 of GRAHAM's paper) that "the search for and determination of constant laws is particularly difficult". The zoned scale (or other skeletal part) of even those species of fish most amenable to age-determination does not always clearly depict the correct age. Two reasons for this are the occasional lack of clearness of the so called annual rings and the intervention of varying numbers of "false" rings which are at times indistinguishable (by eye inspection) from annual rings. Some of the authors referred to by GRAHAM state baldly that in practice the two types of rings can be distinguished. In other cases some evidence is given as to how the distinction is to be made. For instance, the use of polarised light in examining scales has been advocated, but, as far as one can judge, has not succeeded in being established as routine technique. The fact seems to be — and GRAHAM from his study of the literature agrees — that although it may be the normal thing for winter conditions to cause a visible check in scale (etc.) growth, the fish may at one time or other during its season of more rapid scale growth experience a period of physiological stress, which can in extreme cases parallel the effect of real winter conditions. Adventitious means of differentiating false from true rings must be found if the worker is to avoid guess-work. GRAHAM himself has elaborated a technique which, within certain limits, enables him to determine what are the true rings in the case of the codling scale. This he has done since he finds, in the cod in particular, that from his historical study of the validity of the methods used in age-determination, there is no convincing evidence (presumably as to the age-determination of an individual fish being correct). As his study of the literature was occasioned chiefly owing to the difficulty of interpreting cod scales, which are more difficult to read than are those of certain other species, it is perhaps natural that he should stress the indeterminate nature of the general evidence for validity. This he has surveyed under five headings:— (1) Agreement (of scale etc. reading) with Petersen's method; (2) the seasonal record (obtained by observation of the markings at the scale edge); (3) the observation of a stock of fish over a period of years, and "marked" scales; (4) marking experiments and (5) tank or pond experiments with fish of known age.

With regard to certain species the reviewer thinks the case for validity has been established more satisfactorily than is indicated in GRAHAM's paper, and may be pardoned if he briefly particularises in the case of haddock, for which evidence has been adduced under all of heads 1—5 above. The ideal case under (1) will be found on p. 8 of a paper[1]) published since GRAHAM made his study. There are detailed the non-overlapping size-frequency distributions of South Iceland haddock of the second, third and fourth years. All the fish were scale-aged, and not only gave the age to be anticipated from Petersen's method, but, with respect to heading (2) above, all were showing fresh unchecked summer growth (i.e. had wide sclerites at the scale margin). Under heading (3) it was found that the dominant broods were those found to be dominant during the previous year. In this case then every individual fish showed the correct scale age. The proof is absolute. But it must be admitted that, in areas where haddock grow more slowly, a certain amount of overlapping occurs at the boundaries of (or even throughout) the size-frequency distribution series. Even so we arrive at almost the same result. We find that the scales give readings in agreement with those to be anticipated from the use of Petersen's method at and near the modal sizes of the distribution series, and that as we go forward from each modal size we find a diminishing number of scales (reading, say 1+) and an increasing number of fish reading one year more (2+). It will be seen that the possibility of making erroneous readings is trivial — in the case of the North Sea haddock it is, in fact, almost nil. If the dominant broods have been followed over a period of years, and retain their relative degrees of frequency year after year, we are secure in our method, and can define the positions in which certain false rings (e.g. that occurring in the first summer) may crop up. Admittedly the evidence for the validity of the scale-age determinations of the older fish is more slender than that for the younger and depends above all upon a wide and continuous study of the broods. But since the bulk of a haddock brood is "cropped" before the age of four years is attained an increasing margin of error at this stage would not prejudice the validity of the method for the purpose for which it is used. It may be added that what may be called the capacity for judgment which is developed in any one whose routine work is scale (etc.) age-assessment is not necessarily subject to an important personal error (in favour, say, of a majority reading) — witness the effort to locate (in numbers) the weakly-represented 1921 and 1922 haddock broods at a time when the possibility of almost complete faiture of a brood was not quite realised.

In a review of the literature on age-determination in fishes, then, one feels that the first discrimination to be made might be that between those species which have been continuously studied over at least the major portion of their habitat and those which have, probably in a succession of hands, been studied only locally or intermittently, so that the undoubted value of the perspective view and of sequence is lost. But nearly all the

[1]) H. THOMPSON. General Features in the Biology of the Haddock in Icelandic Waters during the period 1903—1926. (Fish. Bd. for Scot., Sci. Invest. No. V. 1929.)

author's comments on the more striking aspects of the papers summarised in Section A of his paper will meet with approval. One might prefer to have fuller comment in certain cases where cross-implications arise from authors' statements — e.g. the following made by WALTER:—

> "The relative width, that is the size ratios of one to another on a radius, of corresponding true zones of different scales from the same fish is always the same," and
>
> "The relative width of corresponding false zones does not agree in different scales of the same fish".

These statements seem to be contradictory, since the position of a false ring has been experimentally proved to be as fixed in the scale as is that of a true ring.

Tropical fish (SCHNEIDER, p. 14) and fish living in a temperate climate all the year round (MOHR, p. 26) are said to form rings on their scales, probably, one thinks, just as North Sea fish can form false rings during their summer-autumn season. GRAHAM suggests, however, that fish may exhibit an inherent rhythm masking the response to environmental conditions. The suggestion may here be added that ring-formation is the outcome of retardation of anabolic processes, caused normally where winter conditions have to be passed through, but capable of being caused at any time when adverse conditions prevail. The role of varying temperature as a physical factor affecting growth rate is, as is evident from the results quoted from LEA (p. 15) and FRASER (p. 22) quite indirect. The reviewer suggests that there is probably, for each species, a range of temperature over which growth can proceed, and that there may be an optimum temperature at which, other things being equal, growth is fastest. But may the real importance of the temperature factor not lie in the necessity of a certain minimum temperature (possibly varying from region to region) being essential to set in motion the elaboration of fish-food through a chain of organisms? That there should be a lag between the spring rise of temperature and the first evidence of fresh growth on the scale of the fish would not then be surprising. In extreme cases indeed there is no sign of new fish or scale growth before autumn. On account of the possibility of shoal mixing, this fact — that of regional variation in the time of onset of the new year's growth — makes any evidence submitted under heading (2) much less critical than that under headings (1) and (3). GRAHAM points out that absence of simultaneous turnover from narrow to broad sclerites at the scale edge may give rise to some errors of scale-age interpretation, and this is true unless, from comparative biological studies of shoals over a wide area, these errors can be anticipated and avoided. The author animadverts upon the more or less unsatisfactory theories which have been brought forward to explain why sclerite width should vary, and himself elaborates an hypothesis (Section F) with this end in view. His theory does not seem to be so clearly expressed as could be desired, so that it is difficult to estimate its value.

Validity-evidence under (4) above has as is stated been most utilised

in the case of salmon, but, apart from the question of expense, the use of marking is, one feels sure, capable of great and profitable extension in the case of other fish. The evidence is of first-rate importance, as should be that obtained under heading (5) (aquarium experiments). In the latter case, however, as GRAHAM points out, it is difficult to correlate such restricted and mostly unrepeated experimental work as has been done in the past. One agrees with the author that there is room for further experimental work, but it seems that, in order to avoid a repetition of any feeling of doubt as to the comparative value of such work, the conditions under which it takes place should be rigorously controlled. Indeed, aquarium facilities for such work would almost require to be created.

The author's review (Section D) of the theories in connection with the use of scales for calculation of the growth of fish in their earlier years is very adequate. The relative growth rates of fish and their scales are apparently incapable of being correlated by a simple law, but MONASTUIRSKY (p. 31) is quoted as having arrived at a logarithmic formula enabling the size of a fish at any intermediate age to be calculated from that of the scale at the same age if a double correction be made — (a) for the relative disproportion between size of scale and fish at the time of first formation of the former and (b) for the relation (apparently not quite linear) between the subsequent relative growth-rates of scale and fish. It is obvious that in the case of each species for which scales are to be used (as they may most profitably be used) for calculation of growth-rate an extensive series of highly accurate measurements must be taken for the final establishment of the exact relationship between growth of scale and fish. H.T.

MICHAEL GRAHAM. On Methods of Marking Round Fish with an Account of Tests in Aquaria. Ministery of Agriculture and Fisheries. Fishery Invest. Ser. II, Vol. XI, No. 4, 1928. London 1929.

After giving a very interesting account of the main types of fish marks that have been used the author describes a series of very painstaking experiments performed by him at the aquarium of the Dove Marine Laboratory at Cullercoats. His results are of the highest interest for work with marked fish and may be shortly summarized thus; all marks used have a strong tendency to be lost before a year after marking. The best marks are those consisting of two ebonite or silver buttons; and of the three positions in which they have been fastened, the operculum, the base of the dorsals and the upper side of the tail root, the latter two places seem to offer the best possibility of the mark being kept by the fish for an extended period.

The author's experiments were begun as early as 1924 and continued during 3 years on a great number of fish — small cod. They may therefore be looked upon as very trustworthy, although it may be that the keeping-on qualities of all types of marks might have appeared better if the experiments could have been made with larger fish. Those used were about 35 cm. long. The use of such small fish was of course necessitated by practical circumstances and made it possible to keep sufficient numbers to get rational results.

In view of the deplorable fact that only a small percentage of even the best types of mark are retained a full year, it is much to be hoped for that Mr. GRAHAM may be able to continue the experiments in order to find possible remedies. Even a very small improvement would greatly enhance the value of fish marking. O. S.

L. JOUBIN (edited by). Faune Ichthyologique de l'Atlantique Nord. No. 1. Cons. Perm. Intern. pour l'Explor. de la Mer. A. HØST et fils. Copenhague, 1929.

This useful work, which should prove of interest, not only to the ichthyologist, but to all those engaged in fishery work, is planned on the same lines as the recently published but more general "Faune et Flore de la Méditerranée". Descriptions and figures etc. of the more common fishes are issued as separate sheets, each of which is devoted to a single species and is the work of a recognised authority on the particular group of fishes concerned. In the first part before us the text is either in French or German, and the presence of such well-known names as Dr. EHRENBAUM, Dr. FAGE, Professor LE GALL, Professor ROULE and Dr. D'ANCONA, is sufficient indication of the accuracy of the subject matter for which they are responsible. The descriptions and other items of information are concise, the figures are clear, and the work as a whole owes much to the able editorship of Professor JOUBIN. The species dealt with in this first part are:— *Galeus vulgaris*, *Salmo salar*, *S. trutta*, *Conger conger*, *Muraena helena*, *Ophisurus serpens*, *Nettastoma melanurum*, *Gasterosteus aculeatus*, *Spinachia vulgaris*, *Trachurus trachurus*, *T. picturatus*, *Dentex filosus*, *Trigla lineata*, *T. pini*, *T. corax*, *T. lyra*, *Gadus luscus*, *G. minutus*, *Zeus faber*, *Pleuronectes limanda*, *P. flesus*, *P. microcephalus*, *Sygnathus typhle*, *S. acus*. The loose sheets are contained in a strong wrapper, and it is clearly the intention to issue these in groups as ready. This procedure has much to commend it, as the sheets can afterwards be bound together or filed away for reference in any order desired, whether it be alphabetical or systematic. Only the outer wrapper is marked "No. 1", the sheets themselves being unnumbered, a circumstance which will render future quotation a matter of difficulty. We understand that three parts are to be issued in each year until 1934.

The subject matter is beautifully printed on paper of strong texture and good surface, and the figures, many of which are copies of those in DAY'S "Fishes of Great Britain and Ireland", are clearly reproduced. We note that where the body of the fish is placed parallel with the long edge of the page, in some cases the back is directed towards the right-hand margin (*Salmo salar*), in others towards the left-hand (*Salmo trutta*). This is perhaps a small matter, but of some importance when the binding or filing of the separate sheets is considered. The information given for each species is divided into the following sections:— (1) diagnosis, (2) geographical distribution, (3) principal synonyms, (4) bibliography, and in some cases a few lines on the biology of the species are also included. In the case of *Galeus vulgaris*, and in the three species of *Pleuronectes*, a list of the vernacular names in use in the different European countries

has been added, and this useful information might well be extended to the other species, or at least to those which serve as food. At the top of each sheet the scientific name of the species, with the authority, is printed in clear type, this being repeated in the lower left-hand margin. The systematic position of the species is indicated by giving the family, order, etc. at the top left-hand corner.

One or two points of criticism concerning these details of taxonomy and nomenclature will strike the systematic worker. No attempt has been made throughout to see that the name given is in accordance with the rules of the International Commission for Zoological Nomenclature. The Conger and Horse-Mackerel are correctly given as *Conger conger* and *Trachurus trachurus* respectively, but the Fifteen-spined Stickleback is given as *Spinachia vulgaris*, Fleming 1828, although *Gasterosteus spinachia*, Linnaeus 1758, is included in the accompanying list of synonyms. The inclusion of the Lemon Sole in the genus *Pleuronectes* is open to question, as most modern authorities place this species in another genus, *Microstomus*. Further, the classification adopted does not seem to be that sanctioned by the leading ichthyologists to-day, as witness the use of such terms as "Teleostei", "Malacopterygii-Abdominales", "Thoracostei", etc. These are criticisms of a minor nature, and it is possible that these older names have been adopted deliberately as being most familiar to those engaged in fishery investigations or in the fish trade, or to others likely to make use of this work.

Finally, one may perhaps suggest that the title is somewhat misleading, as the fishes included in this work are not those of the North Atlantic as a whole, but only those found on the coasts of Western Europe.

J. R. N.

G. Hinard et L. Lambert. Tableau de l'Ostréiculture Française. Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes. Revue des Travaux. Tome 1, Fasc. III, pp. 37—90, and Fasc. IV, pp. 61—127. Paris, 1928.

In the first part of this work Mr. Hinard outlines the general principles of oyster culture. The authors make no attempt at a scientific treatise on the biology of the oyster, but aim rather at providing those engaged in the industry with a practical guide. Under the headings of collection of spat — reproduction in closed waters — shell growth, fattening, and greening — and pollution and cleansing, much concise information is, nevertheless, given concerning the biology of the oyster, and the results of recent researches both in Europe and in the United States are cited. Though the whole work is headed *Controle Sanitaire Ostréicole*, the subject of primary pollution of oysters, and disease, is dealt with only in outline. References to methods for determining extent of pollution of beds, or to bacteriological standards, do not fall within the scope of the work. The impression is given, from the authorities quoted, that cleansing of oysters is essentially a slow process, and the influence of temperature is not mentioned. This view is, however, at variance with recent results obtained by the English Fisheries Department, and by Dr. Galtsoff with *Ostrea virginica*. It has been shewn that heavily polluted oysters can reach a high standard of purity by a simple treatment of only three

days duration, provided a water temperature of not less than 10° C. be maintained.

In the second part, Mr. HINARD deals with the establishments and methods to be found in the various districts where oyster culture in one or more of its branches is carried on. Types of parcs where spat is collected, where brood is reared, and where oysters are prepared for despatch, are described in detail with the aid of numerous diagrams, special attention being given to important measures for the avoidance of what may be called secondary sources of contamination during storage, packing, etc. Extracts are given from the recommendations of one of the ostreicultural societies to its members for the organisation of their establishments on hygienic lines. A model establishment embodying these recommendations is given in plan.

The third section, by Mr. LAMBERT, describes the natural resources and their cultivation. The evolution of the industry is traced up to the present time, both as regards the indigenous oyster and the Portuguese (*Ostrea angulata*). Unrestricted exploitation of what was at one time an almost unbroken series of oyster beds round the coast, is held responsible for the disappearance of many of the beds. Others are maintained only by careful cultivation. The inspection of natural beds by a national commission is advocated in place of local committees, which may be composed of persons interested in the exploitation or closing of the beds they examine. Local regulations are at present made by these committees. The Portuguese oyster, it appears, is not held responsible for the disappearance of the flat oyster on the South-west coast, but has simply taken its place.

A survey of considerable length describes with much valuable detail the beds from the Channel to the South-west and the Mediterranean coast, illustrated by maps and photographs.

The whole work is a valuable record of both past and present-day conditions, and should assist towards the progress on rational lines of the oyster industry in France. H. P. S.

G. HINARD. Rapport sur le Contrôle Sanitaire des Etablissements Coquilliers. Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes. Notes et Rapports, No. 52. pp. 100—115. Paris 1927.

In his report for 1926 M. G. HINARD outlines the year's activities of the Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes towards the safeguarding of the French public from the risk of typhoid fever and other diseases associated with the consumption of shell-fish gathered from situations to which sewage-contaminated water has access.

The first section of the report deals with oyster farms and layings, which, under the provisions of the Order of 1923, are subject, as regards their sanitary condition, to the control of the Office des Pêches. Though devoid of any occurence of outstanding interest, the year under review, to judge from the examples quoted as typical of the questions dealt with by the department, was one of steady progress along the lines delineated by the 1923 Order.

In addition to its activities in connection with the control of individual oyster farms and layings, the Office des Pêches continued its programme of sanitary surveys of the localities devoted to oyster culture. *A propos* of the revision, on re-survey, of the assessment of the liability of certain areas to sewage pollution, M. HINARD insists that no such assessment can, in the nature of things, be regarded as final, since the factors taken into consideration in arriving at it are not immutable. The general trend of the revisions is in the direction of promotion of the areas in question to a higher sanitary category. Several other areas are to become eligible for such promotion on the completion of projected improvements — the purification of an abbatoir effluent in one case, the extension of a sewer from a "sanitorium maritime" in another, and so on. The mention of the latter institution, by the way, calls to mind a particularly obnoxious form of pollution to which shell-fish beds may be liable, namely sewage from isolation hospitals. There is nothing in the report, however, to suggest that typhoid etc. cases are admitted to the institution referred to therein, and even if such were the case, effective means are available for rendering sewage from institutional typhoid patients innocuous.

Difficulties encountered in the interpretation of certain anomalous results of bacteriological analyses of oysters, particularly those from muddy beds, led to experiments being undertaken with a view to working out, if possible, for use in the cases of these anomalous results, a more informative bacteriological test than that involving the colon bacillus. Up to the time of the writing of the report, the results obtained were not such as to render them susceptible of practical application. In more than one place in the report, reference is made to the value of topographical evidence in the elucidation of shell-fish pollution problems. With the high value set by M. HINARD upon the indications of topography the present writer would not only wish to express his cordial agreement, but would also venture to interpolate in passing, a reminder to the effect that topographical evidence connotes, in this connexion, a great deal more than that to be obtained by the study of maps and charts in the sheltered seclusion of the office. The interplay of factors, both of natural origin, and those which result from human intervention, which determine the sanitary condition of any given section of the littoral, may give rise to a problem of no little complexity, only to be solved by an investigation of adequate duration on the spot. It is, moreover, in conjunction with such an investigation that the bacteriological analysis of shell-fish finds its main sphere of usefulness.

Returning after this digression to M. HINARD'S report, it is therein explained that although the 1923 Order applies to oyster culture only, it is the practice of the Office des Pêches to investigate the questions relating to the public health aspect of the culture etc. of shell-fish other than oysters referred to it from time to time by other authorities, along lines exactly similar to those followed in the case of questions relating to oyster culture. Thus in 1926, sanitary surveys were carried out of the extensive area devoted to mussel culture in Aiguillon Bay, and of the mussel beds of Toulon. The findings of the Aiguillon Bay Survey, namely, that the verdict of satisfactory sanitary condition, which was arrived

at as regards the beds, could not be extended without reservation to cover the places used by the fishermen for storing their mussels between the times of collection and dispatch, serve to emphasize the necessity, in conducting sanitary surveys of shell-fish fisheries, of investigating not only the liability to pollution of the actual beds, but also the possibility of the contamination of the shell-fish destined for the market, as a result of the local practice as regards sorting, washing and temporary deposition inshore.

In the light of information furnished by a survey of the littoral in the neighbourhood of Toulon, a scheme was formulated for the purification of the mussels grown in that area by relaying in Lazaret Creek, which recommended itself for the purpose on topographical grounds and on account of the low coli-bacterial content of its water. The results of bacteriological analyses of mussels, before and after relaying in the creek in question, however, leave some doubt as to the efficacy of the scheme, especially in view of the fact that the bacterial contents quoted in the report refer, not to whole mussels, but to shell-water only. Quite apart, however, from this particular scheme, even given conscientious operation and water of the requisite degree of purity, any procedure of relaying for the purpose of purification cannot but involve the possibility of any good which might result from the relaying of a particular batch of shell-fish being undone by their re-contamination by the dejecta of other shell-fish recently transferred to their vicinity from polluted beds.

With regard to the high bacterial contents of Lazaret Creek mussels compared with that of the creek water, for which, according to the report there is no obvious explanation, M. Hinard advances two speculations, the examination of which is here precluded by limitations of space. Another question touched upon is that of the survival of the colon bacillus in mussels out of water, the data upon which, at the time of the writing of the report, were insufficient for the formation of definite conclusions. In this connexion it may be stated that it has been found at the Fisheries Experiment Station, Conway, that in the cases of both mussels and oysters, the coli-bacterial content remains in the same order of magnitude over periods of storage out of water up to at least 48 hours duration.

After reporting the collaboration of the Office des Pêches with the various authorities concerned in the drafting of certain local regulations with regard to the sale of shell-fish other than oysters, M. Hinard raises the question of the desirability of extending the provisions of the existing regulations, of general application, as regards the sale of oysters, to cover all shell-fish. Though by no means against such extension in principle, he points out that the question is beset with administrative and technical difficulties, and pleads for a comprehensive study and adequate consideration of all aspects of the matter before any such extension is put into force.

H. M. W.

Current Bibliography.

Prepared by the Editor with the assistance of Miss THURSBY-PELHAM.

NOTE. The scope of the Bibliography is limited in the main to the area covered by the Council's activities, but there are included papers of general interest relating to other areas in the North Temperate and Arctic regions and exceptionally elsewhere. Limnological references are not as a rule given, but papers relating to brackish waters and to salmon and freshwater fish studied by the Council are included.

The classification of entries follows in a general way that adopted in Dr. ALLEN's Selected Bibliography published in Vol. I, Nos. 1 and 2 of the Journal, and since reprinted.

Subscribers and those on the distribution list will receive regularly upon application to the Administrative Secretary copies of the Bibliography printed on one side of the page only, for use in making up card indices.

The Editor will be glad to be advised of emendations and additions to the Bibliography.

Physical and Biological Conditions in the Sea.

GENERAL HYDROGRAPHY

Brooks, C. E. P. and Quennell, W. The Influence of Arctic Ice on subsequent distribution of pressure over the eastern North Atlantic and Western Europe. Geophys. Mem. No. 41, Air Ministry, Meteor. Office, London, 1928.

Granqvist, G. Übersicht der Eisverhältnisse im Winter 1926—27 an den Küsten Finnlands. Merentut. Julk. No. 55, Helsinki, 1928. (In Finnish, German Résumé.)

Granqvist, G. Übersicht der Eisverhältnisse im Winter 1927—28 an den Küsten Finnlands. Merentut. Julk. No. 56, Helsinki, 1928. (In Finnish, German Résumé.)

Hidaka, K., Kawasaki, H., Takaya, S., and Mizuuchi, M. The Results of the Oceanographical Observations in the Kii Suidō on board M.S. "Syunpu Maru" during the winter 1927—28. Part II. Journ. of Oceanography, I, 77—111, Imp. Marine Obser. Kobe, Japan, 1929. (In Japanese, English Résumé.)

Lavroff, A. State of the Ice on the East Shores of Svalbard, in the summer of 1928. Trans. North. Sci. and Econ. Exped. No. 45, (U.S.S.R. Sci.-Tech. Dept. No. 318) 56—82, Moscow, 1929. (In Russian, English Résumé.)

Malinina, W. S. Zur Hydrographie des Barents Meeres. Ber. des wiss. Meeresinst. IV, Lfg. 2, 87—117, Moscow, 1929. (In Russian, German Résumé.)

Matumoto, K. Report on the Ice-Drift and Freezing of the Seawater observed at Shara and Abasiri. Journ. of Oceanography, I, 125—130, Imp. Marine Obser. Kobe, Japan, 1929. (In Japanese.)

Oellrich, H. Die Eisverhältnisse des Winters 1928—29 in den ausserdeutschen europäischen Gewässern. Ann. der Hydrogr. u. Marit. Meteor. LVII, 398—405, 1929.

Palmén, E. Übersicht der Eisverhältnisse im Winter 1916—17 an den Küsten Finnlands. Merentut. Julk. No. 50, Helsinki, 1928. (In Finnish, German Résumé.)

Petersen und Oellrich, Kapitän. Die Eisverhältnisse an den deutschen Küsten, einschl. Memel und Danzig. Nach 25-jährigen Beobachtungen vom Winter 1903—04 bis 1927—28. Ann. der Hydrogr. u. Marit. Meteor. LVIII, 25—36, 1930.

Renqvist, H. Tägliche Wasserstandsangaben 1925. Merentut. Julk. No. 52, Helsinki, 1928. (In Finnish, German Résumé.)

Schmidt, Johs. The Danish Dana-Expedition 1920—1922 in the North Atlantic and the Gulf of Panama. Ocean. Rep. No. 1: Introduction to the Oceanographical Reports, including List of the Stations and Hydrographical Observations. Copenhagen, 1929.

Schulz, B. Untersuchungen über die Hydrographie des Limfjordes. Ann. der Hydrogr. u. Marit. Meteor. LVII, 418—419, 1929.

Schulz, B. Die Untersuchungen der "Maud" Expedition über die Eigenschaften des Meereises. Ann. der Hydrogr. u. Marit. Meteor. LVIII, 20—24, 1930.

Souvorow, E. An Expedition to the Cheshskaya Bay in the year 1926 and its hydrographical works. Trans. North. Sci. and Econ. Exped. No. 43 (U.S.S.R. Sci.-Tech. Dept. No. 278), 30—57, Moscow, 1929. (In Russian, English Résumé.)

Sverdrup, H. U. The Norwegian North Polar Expedition with the "Maud" 1918—1925, Scientific Results, IV. Nr. 2. The Waters on the North Siberian Shelf. Geofysik Institutt, Bergen, 1929.

Wasnetzov, W. A. Hydrographische Beschreibung der Tschesskaja Bai nach den Materialien der 10-ten Expedition des Wissenschaftlichen Meeresinstituts. Ber. des wiss. Meeresinst. IV, Lfg. 2, 69—86, Moscow, 1929. (In Russian, German Résumé.)

Wendling, P. Die Eisverhältnisse auf der Unterelbe unter besonderer Berücksichtigung des Winters 1928—29. Ann. der Hydrogr. u. Marit. Meteor. LVII, 405—411, 1929.

Wiese, W. Die Expedition an Bord des Eisbrechers "Malygin" nach Ost-Svalbard im Sommer 1928. Trans. North. Sci. and Econ. Exped. No. 45 (U.S.S.R. Sci.-Tech. Dept. No. 318), 5—14, Moscow, 1929. (In Russian, German Résumé.)

Wiese, W. Hydrologische Beobachtungen im Barentsmeere im Sommer 1928, ausgeführt von der Expedition mit dem Eisbrecher "Malygin". Trans. North. Sci. and Econ. Exped. No. 45 (U.S.S.R. Sci.-Tech. Dept. No. 318), 15—55, Moscow, 1929. (In Russian, German Résumé.)

Witting, R. Merentutkimuslaitoksen Toiminta Vuonna 1927. Merentut. Julk. No. 54, Helsinki, 1928.

Physics and Chemistry of Sea Water.

Jacobsen, J. P. A New Apparatus for determining the difference between the densities of two samples of sea-water. Rep. 18th Scandinavian Naturalist Congress in Copenhagen, 1929, 26—31, 1929.

Nomitsu, T. Kamimoto, R., and Toyohara, Y. On the Adsorption of a NaCl-Solution by Sand. Mem. College of Sci. Kyoto Imp. Univ. Ser. A, XII, 265—274, Kyoto, 1929.

Nomitsu, T., Toyohara, Y., and Kamimoto, R. On the contact Surface of Fresh and Salt-Water under the ground near a Sandy Seashore. Mem. College of Sci. Kyoto Imp. Univ. Ser. A, X, 279—302, Kyoto, Japan, 1927.

Proudman, J. The Effects on the Sea of Changes in Atmospheric Pressure. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Geophysical Supplement, II, 197—209, 1929.

Samojlenko, V. S. Observations on Evaporation in the Polar Seas. Ber. des wiss. Meeresinst. IV, Lfg. 2, 29—35, Moscow, 1929. (In Russian, English Résumé.)

Shoulejkin, W. The Evaporation of Seawater and the Thermal Intercourse between Sea and Atmosphere. Ber. des wiss. Meeresinst. IV, Lfg. 2, 5—21, Moscow, 1929. (In Russian, English Résumé.)

TEMPERATURE AND SALINITY

Fontaine, M. Sur des variations de salinité observées au Croisic. Conséquences biologiques et économiques. Bull. de l'Inst. Océan. No. 547, Monaco, 1929.

Granqvist, G. Regelmässige Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt des Meeres im Jahre 1926. Merentut. Julk. No. 51, Helsinki, 1928.

Granqvist, G. Regelmässige Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt des Meeres im Jahre 1927. Merentut. Julk. No. 58, Helsinki, 1929.

Lumby, J. R. A Surface Sampler for Temperature Observations. Journ. du Cons. IV, 281—283, 1929.

McEwen, G. F. The Rate at which Solar Radiation penetrates the Surface of Lakes and Oceans, and the Rate at which the Surface loses heat as deduced from serial Temperature-Observations. Monthly Weather Review, Vol. 56, 398—399, U.S.A. 1928.

Matumoto, K. Temperatures and Densities of the Sea Water along the Japanese coasts. Journ. of Oceanography, I, 118—124, Imp. Marine Obser. Kobe, Japan, 1929. (In Japanese.)

de Milost, P. Modificazioni techniche al processo clorometrico di Knudsen nell'analisi delle acque salate e salmastre. R. Com. Talasso Ital. Mem. CLI, Venezia, 1929.

Souboff, N. N. On the Origin of the Intermediate Cold Layer in the Polar Basin. Ber. des wiss. Meeresinst. IV, Lfg. 2, 45—68, Moscow, 1929. (In Russian, English Résumé.)

Stenij, S. E. Die Thalassologische Terminfahrt im Jahre 1927. Merentut. Julk. No. 49, Helsinki, 1928.

Suda, K. and Seki, K. Report on the Mean Surface Temperatures of the Neighbouring Sea of Japan. Journ. of Oceanography, I, 132—133, Imp. Marine Obser. Kobe, Japan, 1929. (In Japanese.)

HYDROGEN ION CONCENTRATION AND DISSOLVED GASES

Buch, K. Die pH-Bestimmung des Meerwassers. Merentut. Julk. No. 53, Helsinki, 1928.

Buch, K. On the Determination of pH in Sea-water at different Temperatures. Journ. du Cons. IV, 267—280, 1929.

Fortner, H. und Kalmus, H. Eine Methode zur Entnahme kleiner Wasserproben zur Gasanalytischen Untersuchung. Internat. Revue der gesamten Hydrobiol. und Hydrogr. XXII, 346—347, 1929.

NITROGENOUS COMPOUNDS

Ibañez, O. G. Determinacion del Nitrogeno en sus Formas amoniacal Nitroso y Nitrico, en el Agua de Mer. Notas y Resumenes, Ser. II, 36, Madrid, 1929.

OTHER CONSTITUENTS

Pratje, O. Das Meer als Kalklieferant, Steinbruch und Sandgrube. XXVIII, 397—399, Halle a. S. 1929.

Reith, J. F. Der Jodgehalt von Meerwasser. Recueil des Trav. Chim. des Pays-Bas XLIX, No. 1, Amsterdam, 1930.

CURRENTS

Ahlborn, F. Strömungsbilder und ihre Erklärung. Natur und Museum, LIX, 440—453, Frankfurt a. Main, 1929.

Barlow, E. W. Currents on the tracks from the latitude of the Plate to Magellan Straits and Cape Horn. Marine Observer, VI, November 1929.

Bjerknes, V. Über die Hydrodynamischen Gleichungen in Lagrangescher und Eulerscher Form und ihre Linearisierung für das Studium kleiner Störungen. Geofysiske Publikasjoner, V, No. 11, Oslo, 1929.

Carruthers, J. N. The Water Movements in the Southern North Sea. Part III. the Area off the Wash. a) The Flow of Water past the Inner Dowsing Lightvessel. Fish. Invest. Ser. II, XI, No. 6, London, 1929.

Defant, A. Dynamische Ozeanographie. Einführung in die Geophysik, Bd. III, J. Springer. Berlin, 1929.

Palmén, E. Beobachtungen von Strom und Wind an den Leuchtschiffen in den Jahren 1898—1903. Merentut. Julk. No. 60, Helsinki, 1929.

Wassmund, E. Thermische und dynamische Wellen an Grenzflächen in Luft und Wasser. Archiv. f. Hydrobiol. XX, 1928.

Zamjatkin, J. N. Zum Studium der Strömungen im Tschesskaja Bai, im süd-östlichen Teile des Barents-Meeres und im Kandalakscha Busen. Ber. des wiss. Meeresinst. IV, Lfg. 2, 135—150, Moscow, 1929. (In Russian, German Résumé).

TIDES

Cons. International de Recherches Bibliographie des Marées (1910—1927). Cons. Int. de Recher. Union. Géod. et Géophys. Int. Section d'Océanog., Bull. No. 12, Venezia, 1929.

Doodson, A. T. The Analysis and Prediction of Tidal Currents from Observations of Times of Slack Water. Proc. Roy. Soc. Ser. A. CXXI, 72—88, 1928.

Grace, S. F. Internal Friction in Certain Tidal Currents. Proc. Roy. Soc. A. CXXIV, 150—163, London, 1929.

Proudman, J. The forced tides in an ocean bounded by a complete meridian on a non-rotating earth. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Geophysical Supplement, II, 209—213, 1929.

LIGHT, COLOUR AND TRANSPARENCY

Bashkirtsef, N. A. The Penetration of Light into the Depth of the Sea. Ber. des wiss. Meeresinst. IV, Lfg. 2, 119—134, Moscow, 1929. (In Russian, English Résumé.)

Birge, E. A. and Juday, C. Penetration of Solar Radiation into Lakes, as measured by the Thermopile. Bull. National Research Council, No. 68, 61—76, Washington, U.S.A. 1929.

Hulburt, E. O. The Penetration of Ultra-Violet Light into pure water and sea-water. Journ. Optical Soc. America, XVII, 15—22, U.S.A. 1928.

Samojlenko, V. S. Actinometrical Observations in the Barents Sea and Nowaja Zemlja. Ber. des wiss. Meeresinst. IV, Lfg. 2, 37—43, Moscow, 1929. (In Russian, English Résumé.)

Shelford, V. E. Die Messung des Eindringens von Licht in Wasser mit photoelektrischen Zellen. Handb. der biol. Arbeitsmeth. (Abderhalden) Abt. IX, Teil 2, 2 Hälfte, Heft 3, 1495—1524, 1929.

Shelford, V. E. The penetration of light into Puget Sound Waters as measured with gas filled photoelectric cells and ray filters. Public. Puget Sound Biol. Stat. VII, 151—168, Washington, 1929.

Williams, M. Horizontal and Upward Intensity of light into Puget Sound Waters. Public. Puget Sound Biol. Stat. VII, 129—135, Washington, 1929.

Oceanography-Miscellaneous.

Anon. The Royal Research Ship "Discovery II". Nature, CXXIV, 798—799, 1929.

Bowie, W. Tilting of mean Sea Level. Gerl. Beitr. z. Geophysik, XXIII, Heft 2, 1929.

Exner, F. Energiegleichung zur Berechnung des Widerstandes und der Fallgeschwindigkeit von Steinen in Wasser. Physik. Zeitschr., Nr. 14, 1929.

Gripenberg, S. Zur mathematischen Analyse der Fallkurven von Suspensionen. Soc. Scient. Fenn. Comm. Phys.-Math. IV, 18. Berlin, 1928.

Gripenberg, S. Zur mathematischen Analyse der Fallkurven von Suspensionen. Ergänzende Bemerkungen. Soc. Scient. Fenn. Comm. Phys.-Math. IV, 24, Berlin, 1928.

Hamberg, A. On older methods of deepsea soundings, and what is known as the "Swedish deep". Geogr. Annaler, Heft 2, Stockholm, 1929.

Kemp, S., Hardy, A. C., and Mackintosh, N. A. Discovery Investigations. Objects, Equipment and Methods. Discovery Reports, I, 141—232, London, 1929.

Werner, A. Ein neuer Hochseepegel. Mar. Rundschau, Heft 11, 1929.

Plankton.

Aikawa, H. On larval Forms of some Brachyura. Records of Oceanographic Works in Japan, II, 17—55, 1929.

Allen, W. E. A Quantitative Closing Net for Catching Plankton Organisms. Science LXX, 506—507, U.S.A. 1929.

Allen, W. E. Ten Years of Statistical Studies of Marine Phytoplankton at the Scripps Institution of Oceanography. Science, LXX, 416—419, U.S.A. 1929.

Augener, H. und Lohmann, H. Beiträge zur Planktonbevölkerung der Weddellsee. V. Die Polychaeten. Internat. Rev. der gesamt. Hydrobiol. u. Hydrogr. XXII. 273—312, 1929.

Cushman, J. A. Foraminifera: Their Classification and Economic Use. Cushman Lab. for Foraminiferal Research, Sharon, Mass. U.S.A. 1928.

Demel, K. Biologja Morza. (Marine Biology) Varsovie, 1927.

Esterley, C. O. Investigations of Zooplankton at the Scripp's Institution of Oceanography. Proc. 3rd Pan-Pacific Science Congress, Tokyo, 1926, 264—282, 1928.

Lehnhofer, K. Copepoda 5: *Sapphirina* J. V. Thompson 1929; Systematik und Verbreitung der Gattung. Wiss. Erg. der Deutschen Tiefsee-Exp. auf dem Dampfer "Valdivia" 1898—1899, Bd. XXII, Heft 5. (Carl Chun). Jena, 1929.

Meek, A. The Transnatation of *Oikopleura dioica.* Rep. Dove Mar. Lab. for the year ending June 30th, 1929, N. S. XVIII, 47—48, 1929.

Moberg, E. G. Chemical Composition of Marine Plankton. Proc. 3rd Pan-Pacific Science Congress, Tokyo, 1926, I, 233—236, 1928.

Rose, M. Copépodes pélagiques particulièrement de surface provenant des Campagnes scientifiques de S.A.S. le Prince Albert Ier de Monaco. Résult. des Camps. Sci. LXXVIII, Monaco, 1929.

Russell, F. S. Do Oceanic Plankton Animals lose themselves? Nature, CXXV, 17, 1930.

Sanzo, L. Nuovo tipo di rete planktonica in serie ad apertura e chiusura a momenti voluti. R. Com. Talasso. Ital. Mem. CXLVIII, Venezia, 1928.

Sømme, J. D. Note on the Northern Limit of the Distribution of *Rhincalanus nasutus* Giesbrecht. Journ. du Cons. IV, 284—286, 1929.

WIMPENNY, R. S. Preliminary Observations on the Fat Content of the Plankton on the English Herring Grounds in the North Sea. Fish. Invest. Ser. II, Vol. XI, No. 5, 1929.

CONDITIONS OF PRODUCTION IN THE SEA

D'ANCONA, U. Biologie Générale. III. Influence de la concentration saline du milieu sur les organismes marins. Comm. Inter. pour l'Explor. de la Mer Méditerranée, Rapp. et Proc.-Verb. N. S. IV, 77—96, 1929.

MARINE BACTERIA

TRAWINSKI, A. Études sur la putréfaction des Ascidies. Bull. de l'Inst. Océan. No. 541, Monaco, 1929.
TRAWINSKI, A. Études sur la vitalité des bacilles pathogènes du groupe Coli-typhique dans l'eau de mer. Bull. de l'Inst. Océan. No. 542, Monaco, 1929.

MARINE ALGAE

URIARTE, L. B. Note sur la présence accidentale de la *Saccorhiza bulbosa* dans le port de Malaga. Comm. Inter. pour l'Explor. de la Mer Méditerranée, Rapp. et Proc.-Verb. N. S. IV, 149—159, 1929.

Bottom Deposits.

CUSHMAN, J. A. Foraminifera: Their Classification and Economic Use. Cushman Lab. for Foraminiferal Research, Sharon, Mass. U.S.A. 1928.
PRATJE, O. Fazettieren von Molluskenschalen. Palaeontologische Zeitschrift, II, 151—169. Berlin, 1929.

Bottom Fauna.

GENERAL

COMM. INTER. POUR L'EXPLOR. DE LA MER MÉDITERRANÉE. Faune et Flore de la Méditerranée, 1—8, Paris, 1929.
GURJANOW, E. Contribution to the question of the distribution of Benthos in the Cheshskaya Bay. Trans. North. Sci. and Econ. Exped. No. 43 (U.S.S.R. Sci.-Tech. Dept. No. 278), 58—100, Moscow, 1929. (In Russian, English Résumé.)

SPECIAL GROUPS

BEAUCHAMP, P. Sur une Madréporaire observé à Saint-Servan. Bull. du Muséum National d'Hist. Nat. Sér. 2, I, 107—110, 1929.
CUSHMAN, J. A. Foraminifera: Their Classification and Economic Use. Cushman Lab. for Foraminiferal Research, Sharon, Mass. U.S.A. 1928.
FAGE, L. Cumacés et Leptostracés provenant des campagnes scientifiques de S.A.S. le prince Albert Ier de Monaco. Résult. des Camps. Sci. LXVII, Monaco, 1929.
HARANT, H. Ascidies provenant des croisières du Prince Albert Ier de Monaco. Résult. des Camps. Sci. LXXV, 1929, Monaco, 1929.
JOUBIN, L. Notes Préliminaires sur les Cephalopodes des crosières du "Dana" (1921—1922), Octopodes (Ière partie). Ann. de l'Inst. Océan. VI, 363—394, 1929.
JOUBIN, L. Notes Préliminaires sur les Cephalopodes des croisières du "Dana" (1921—1922), Octopodes (2e partie). Ann. de l'Inst. Océan. VII, 1—24, 1929.
SCHELLENBERG, A. Malacostraken aus Ebbetümpeln des Langeooger Sandstrandes. Zool. Anz. LXXXV, 176—178, 1929.
SCHELLENBERG, A. Revision der Amphipoden, Familie Pontogeneiidae. Zool. Anz. LXXXV, 273—282, 1929.
STECHOW, E. Über Symbiosen von Hydrozoen mit Polychaeten. Zool. Anz. LXXXVI, 150—153, 1930.
STEPHEN, A. C. Notes on the Quantitative Distribution of Molluscs and Polychaetes in certain Intertidal Areas on the Scottish coast. Proc. Roy. Physical Soc. Edinburgh. XXI, 205—216, 1929.

Fishery Investigations.

GENERAL

Bückmann, A. Die Methodik fischereibiologischer Untersuchungen an Meeresfischen. Handb. der biol. Arbeitsmeth. (Abderhalden) Abt. IV, Teil 6, Heft 1, Berlin, 1929.

Fischer, E. Die Fischerei-Forschungsinstitute in Deutschland für Seefischerei. Jahresber. ü. d. Deutsche Fischerei 1928, 465—472, Berlin, 1929.

Fischer, E. Die wichtigste Fischereiliteratur. A. Seefischerei. Jahresber. ü. d. Deutsche Fischerei 1928, 476—481, Berlin, 1929.

Hinard, G. Recherches techniques: Programme d'études. Rev. des Trav. de l'Office des Pêches Mar. II, 289—293, 1929.

Holland, M. A Science Audit of the Fisheries Industry. Proc. 3rd Pan-Pacific Science Congress, Tokyo, 1926, II, 2204—2238, 1928.

International Council Rapport Atlantique 1928. Rapp. et Proc.-Verb. LXII, 1929.

Lumby, J. R. and Atkinson, G. T. On the unusual mortality amongst Fish during March and April 1929, in the North Sea. Journ. du Cons. IV, 309—332, 1929.

Marchi, C. Verifica pratica delli leggi teoriche di Vito Volterra sulla fluttuazioni del numero di individui in specie animali conviventi. R. Com Talasso. Ital. Mem. CLIV, Venezia, 1929.

Picotti, M. e. Galimberti, G. Relazione sui rilevamente talassografici eseguiti nelle Valli da pesca della laguna Veneta e del Polesine nella decorsa stagione invernale. Boll. di Pesca, di Piscicolt. e di Idrobiol. V, 605—630, 1929.

Vatova, A. Sui minimi termici verificatisi nell'Alto Adriatica nel febbraio e nel marzo 1929 e toro effetti sull'ittiofauna. R. Com. Talasso. Ital. Mem. CLVII, Venezia, 1929.

COMMERCIAL FISHERIES, INCLUDING STATISTICS

Anon. Les pêcheries du Grœnland et de l'Ile aux Ours. La Pêche Maritime, XII, 675, 27.X.1929.

Anon. Estadistica de la Pesca Maritima en España (Año 1928). Boletin de Pescas, XIV, 99—172, Madrid, 1929.

Anon. L'Opinion du capitaine du "Zazpiakbat" sur la pêche au Grœnland. La Pêche Maritime, XIII, 1—2, 1930.

Ash, W. E. How Fish Supply is Won for the Nation. The Fishing News, 30—31, 18.I.1930.

Beaugé, L. Rapport de Mission au Grœnland et à Terre-Neuve (Ière partie). Croisière au Grœnland. Rev. des Trav. de l'Office des Pêches Maritimes, II, 369—411, 1929.

Beaugé, L. Les pêcheries du Grœnland. La Pêche Maritime, XIII, 17—18, 1930.

Eichelbaum, E. Die Reichsstatistik über das Fangergebnis der deutschen Seefischerei. Rapp. et Proc.-Verb., LXIII, 1929.

Germany. Jahresbericht über die Deutsche Fischerei, 1928. Berlin, 1929.

Lübbert, H. Entwicklungsmöglichkeiten der dänischen Hochseefischerei. Der Fischerbote, XXII, 1—5, 1930.

Lumley, A., Piqué, J., and Reay, G. A. Handling and Stowage of Fish in Trawlers. Rep. Food Invest. Board for 1928, Section E, 67—70, London, 1929.

Lumley, A., Piqué, J. J., and Reay, G. A. The Handling and Stowage of White Fish at Sea. Special Report of the Food Investigation Board, No. 37, Dept. of Sci. and Ind. Research, London, 1929.

Matheson, C. Wales and the Sea Fisheries. National Museum of Wales, Cardiff, 1929.

Miezis, V. Bulletin Statistique des Pêches Maritimes de Lettonie. Année 1928. Riga 1929. (In Latvian.)

Ministry of Agric. and Fish. Report on Sea Fisheries for the year 1928. London, 1929.

Neumann, J. Die Dampfhochseefischerei im Jahre 1928. Jahresber. ü. d. Deutsche Fischerei 1928, 217—224, Berlin, 1929.

FISHING GEAR

Anon. V. D. Introduce New Flying Board Gear. Fishing News, 38, 19.X.1929.

Anon. Improving the Efficiency of V. D. Gear. Fishing News, 32—33, 23.XI.1929.

Buchanan-Wollaston, H. J. The Selective Action of the Gelder Cod-End and that of other Cod-Ends compared. Journ. du Cons. IV, 300—308, 1929.
Davis, F. M. Preliminary Note on Experimental Trawling with Cod-End meshes of different sizes. Journ. du Cons. IV, 287—299, 1929.

Fishes.

GENERAL

Brown, E. M. Notes on the Breeding-Habits and early Larvae of the Tompot Blenny. Proc. Zool. Soc. London, 1929, 487—489, 1929.
Bull, H. O. On the Nature of Purposive Movements in Fishes. Rep. Dove Mar. Lab. for the year ending June 30th, 1929, XVIII, 39—46, 1929.
Comm. Int. pour l'Explor. de la Mer Méditerranée. Faune et Flore de la Méditerranée, 1—8, Paris, 1929.
Craigie, E. Horne. Notes on the total weights of the squirrel hake, (*Urophycis chuss*) the pollack, the winter flounder and the smelt, and on the weights of the liver and gonads in the hake and in the pollack. Trans. Roy. Soc. Canada, XXI (Sect. 5), 153—173, 1927.
Fiskeridirektøren. Beretninger om torskefisket (utenom Lofoten) og silde, makrell, bank- og kveitefisket samt selfangsten i 1928. Aarsberet. vedkom. Norges Fiskerier, No. X, 1928, Bergen, 1929.
Joubin, L. Faune Ichthyologique de l'Atlantique Nord. 2. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, 1929.
Roule, L. Description de Poissons abyssaux provenant de l'Ile Madère et des parages du Maroc. Bull. de l'Inst. Océan. No. 546, Monaco, 1929.
Saemundsson, B. On the Age and Growth of the Coalfish (*Gadus virens* L.) the Norway pout (*Gadus esmarki* Nilsson) and the Poutassou (*G. poutassou* Risso) in Icelandic Waters. Medd. fra Komm. for Havundersøgelser, Serie Fiskeri, VIII, Nr. 7, København 1929.
Scheuring, L. Die Wanderungen der Fische, I. Ergebnisse der Biologie, V, 406—691, 1929.
Souvorow, E. Contribution to the Ichthyofauna of the Cheshskaya Bay. Trans. North. Sci. and Econ. Exped. No. 43 (U. S. S. R. Schi-Tech. Dept. No. 278), 101—132, Moscow, 1929. (In Russian, English Résumé).

EGGS AND LARVAE

Battle, H. I. Effects of extreme temperatures and salinities on the development of *Enchelyopus cimbrius* L. Contrib. Can. Biol. and Fish. N. S. V., 109—192, Toronto, 1929.
Sanzo, L. Contributo alla conoscenza di Uova e larve di "Brama Raji" Bl. R. Com. Talasso. Ital. Mem. CXLVII, Venezia, 1928.
Sanzo, L. Peso specifico e sue cariazioni in uova gallegianti di "Teleostei". R. Com. Talasso. Ital. Mem. CL, Venezia, 1929.

AGE-DETERMINATION

Graham, M. On the Collection and Preparation of Fish Scales. Journ. du Cons. IV, 339—340, 1929.

FISH PARASITES AND DISEASES

Baylis, H. A. Parasitic Nematoda and Acanthocephala collected in 1925—1927. Discovery Reports, I, 541—560, London, 1929.
Brian, A. Copépodes parasites de poissons et de l'Annélides provenant des campagnes scientifiques de S.A.S. le Prince Albert Ier de Monaco. Résult. des Camps. Sci. LXXVI, Monaco, 1929.
Connolly, C. J. A New Copepod Parasite, *Choniosphaera cancrorum*, gen. et sp. n. representing a New Genus, and its Larval Development. Proc. Zool. Soc. London, 1929. 415—427, 1929.
Schönberg, F. Über den sogenannten "Kohlrübengeruch" bei Dorschen. Mitt. des Deutsch. Seefisch.-Ver. XXXXV, 510—514, 1929.

PLAICE AND OTHER PLEURONECTIDS

Awerinzew, S. Die Ueberfischung der Scholle im Barentsmeer. Der Fischerbote, XXI, 334—337, 1929.

Dawes, B. The Histology of the Alimentary tract of the Plaice (*Pleuronectes platessa*). Quart. Journ. Microsc. Sci. LXXIII, 243—274, 1929.

Jensen, A. J. C. An Investigation of the stock of plaice in the Southern Horn's Riff Area in the years 1925 and 1927. Medd. fra Komm. for Havundersøgelser, Serie Fiskeri, VIII, Nr. 6, København 1929.

Kyle, H. M. und Ehrenbaum, E. Wandlungen in der Schollenfischerei der Nordsee und ihre Folgen. Der Fischerbote, XXII, 18—26, 1930.

Rachmanowa, S. Über *Pleuronectes platessa* des Barents-meeres. II. Zool. Anz. LXXXV, 139—149, 1929.

Schnakenbeck, W. Beringte Plattfische. Der Fischerbote, XXII, 26—30, 1930.

COD

Jensen, A. J. C. On the Influence of the size of the stock of cod upon the yield of the herring fishery in the Kattegat, Belt Sea and western part of the Baltic, and some other causes of variation in the cod and herring fisheries. Medd. fra Komm. for Havundersøgelser, Serie Fiskeri, VIII, Nr. 8, København, 1929.

Beaugé, L. Le retour de la Morue à Terre-Neuve en 1929. La Pêche Maritime, XIII, 33—34. 1930.

HADDOCK

Molander, A. R. Some Observations concerning the stock of Haddock in the Skagerrak and Kattegat. Journ. du Cons. IV, 333—338, 1929.

HAKE

Belloc, G. Étude monographique du Merlu (*Merlucius merluccius*) (2e partie). Rev. des Trav. de l'Office des Pêches Maritimes, II, 231—288, 1929.

TUNNY

Frade, F. Nouvelles Recherches sur l'Anatomie du Thon Rouge. Bull. de la Soc. Portugaise des Sci. Nat. X, 143—149, 1927.

Frade, F. Sur quelques Thons peu connus de l'Atlantique. Bull. de la Soc. Portugaise des Sci. Nat. X, 227—234, 1929.

le Gall, J. Le Thon Rouge (*Thunnus thynnus* L.) en Mer du Nord et dans l'Atlantique Nord-Est. Rev. des Trav. de l'Office des Pêches Maritimes, II, 225—230, 1929.

Heldt, H. Rapport sur le Thon Rouge et sa Pêche. Comm. Int. pour l'Explor. de la Mer Méditerranée, Rapp. et Proc.-Verb. N. S. IV, 97—112, 1929.

Heldt, H. Le Thon Rouge (*Thunnus thynnus* L.) Examens des travaux publiés (1928) Observations nouvelles. Bull. de la Stat. Océan. de Salammbo, No. 13, 1929.

Schnakenbeck, W. Über Thunfischfänge in nordischen Gewässern. Der Fischerbote, XXI, 348—351, 1929.

Sella, M. Migrazioni e habitat del tonno (*Thunnus thynnus* L.) studiati col metodo degli ami, con osservazioni su l'accrescimento sul regime delle tonnare ecc. R. Com. Talasso. Ital. Mem. CLVI, Venezia, 1929.

HERRING

Awerinzew, S. und Awerinzewa, A. S. Ueber Clupeiden des Kaspischen Meeres. Zool. Anz. LXXXV, 99—105, 1929.

Brühl, L. Die Lebensgeschichte des norwegischen Herings. Mitt. des deutsch. Seefisch. Ver. XXXXV, 500—509, 1929.

Cowan, D. Herring Investigations. 2. Size. Dove Marine Lab. Rep. for the year ending June 30th, 1929, XVIII, 33—38, 1929.

le Gall, J. Remarques et statistiques biologiques sur les harengs de la Mer du Nord, de la Manche et de l'Atlantique. Rev. des Trav. de l'Office des Pêches Maritimes, II, 329—367, 1929.

Jensen, A. J. C. On the Influence of the size of the stock of cod upon the yield of the herring fishery in the Kattegat, Belt Sea, and the western part of the Baltic,

and some other causes of variation in the cod and herring fisheries. Medd. fra Komm. for Havundersøgelser, Serie Fiskeri, VIII, Nr. 8, København, 1929.

LISSNER, H. Die Schleppnetzfischerei auf Heringe. Jahresber. ü. d. Deutsche Fischerei, 1928, 225—228, Berlin, 1929.

RABINERSON, A. Beiträge zur Kenntnis der russischen Formen von *Clupea harengus* L. Zool. Jahrb. (Syst.) LVIII, 287—338, 1929.

RAMANUJAM, G. M. The Study of the Development of the Vertebral Column in Teleosts, as shown in the life-history of the Herring. Proc. Zool. Soc. London, 1929, 365—414, 1929.

SCHNAKENBECK, W. Entwicklungsgeschichtliche und morphologische Untersuchungen am Hering. Ber. der Deutsch. Wiss. Komm. für Meeresforschung, N. F. V., Heft 2, 1929.

SCHWEIGGER, H. Die Einfuhr frischer Heringe nach Deutschland. Jahresber. ü. d. Deutsche Fischerei 1928, 350—355, Berlin, 1929.

STEFFEN, W. Die grosse Heringsfischerei. Jahresber. ü. d. Deutsche Fischerei 1928, 229—234, Berlin, 1929.

STORROW, B. Herring Investigations. I. Herring Shoals. Dove Marine Lab. Rep. for the year ending June 30th, 1929, XVIII, 9—32, 1929.

PILCHARD, SPRAT AND ANCHOVY

DE BUEN, F. Fluctuaciones en la Sardina, *Sardina pilchardus* (Walb.) Pesca-Medidas. Notas y Resúmenes, Ser. II, 35, Madrid, 1929.

DE BUEN, F. La alternancia en la pesca de peces emigrantes. Trabajos del Inst. Esp. de Oceanografia, Num. 1, Madrid, 1929.

MACKEREL

GUDGER, E. W. Rubber bands on Mackerel and other Fishes. Ann. and Mag. of Nat. Hist. IV, Ser. 10, 405—411, 1929.

EELS

EHRENBAUM, E. Die Satzaalfrage im Elbgebiet. Der Fischerbote, XXI, 311—316, 1929.

GANDOLFI-HORNYOLD, A. L'Age et la croissance de quelques Anguilles jaunes de taille moyenne du Haut-Rhin. Revue suisse de Zoologie, XXXVI, 189—192, 1929.

GANDOLFI-HORNYOLD, A. Les otolithes de quelques Anguilles de grande taille du Haut-Rhin. Revue suisse de Zoologie, XXXVI, 193—198, 1929.

GANDOLFI-HORNYOLD, A. Une nouvelle méthode pour marquer les Anguilles, Le tatouage. Revue suisse de Zoologie, XXXVI, 199—200, 1929.

SELLA, M. Estese migrazioni dell'Anguilla in acque sotterranee. R. Com. Talasso. Ital. Mem. CLVIII, Venezia, 1929.

FRESHWATER FISH AND POLLUTION

CRAWFORD, D. R. and NIZAM, A. R. Fish Meals as Food for Young Salmonoid Fishes. Univ. of Washington Public. in Fisheries, II, 51—72, Washington, 1929.

DAVIS, H. S. Care and Diseases of Trout. Appendix IV to the Report of the U. S. Commissioner of Fisheries 1929, 119—171, U.S.A. 1929.

HENKING, H. Untersuchungen an Salmoniden mit besonderer Berücksichtigung der Art- und Rassefragen. Rapp. et Proc.-Verb. LXI, 1929.

NALL, G. H. Sea Trout from the Beauly Firth and from the Tidal Waters of the Beauly and Ness Rivers. Fisheries, Scotland, Salmon Fish., 1929, No. 3, 1929.

NALL, G. H. Sea Trout of South Uist. Part 2. Fisheries, Scotland, Salmon Fish., 1929, No. 4, 1929.

OYSTERS AND OTHER LAMELLIBRANCHS

AGOSTINI, A. Sulle alghe perforanti la conchiglia di *O. edulis* L., del Canale delle Saline di Cagliari. R. Com. Talasso. Ital. Mem. CLIX, Venezia, 1929.

ANON. Nouvelles Expériences sur la reproduction des huîtres en Angleterre. La Pêche Maritime, XII, 820—821, 29.XII.1929.

BOURY, M. Les facteurs de la reconstitution des huîtrières alréennes. Rev. des Trav. de l'Office des Pêches Marit. II, 305—311, 1929.

Boury, M. Les différents systèmes de collecteurs de naissain. Rev. des Trav. de l'Office des Pêches Marit. II, 313—315, 1929.
Conservation Commission. Report of the Bureau of Prevention of Stream Pollution. 13th Ann. Rep. for 1923, State of New York Conserv. Comm. Albany, 1924.
Galtsoff, P. S. Oyster Industry of the Pacific Coast of the United States. Appendix VIII to the report of the U. S. Commissioner of Fisheries 1929, 367—400, U.S.A. 1929.
Havinga, B. Krebse und Weichtiere. Handb. der Seefisch. Nordeuropas, III, Teil 2, Stuttgart, 1929.
Kändler, R. Unteruschungen über die Biologie der Auster. Der Fischerbote, XXI, 362—365, 1929.
Marchi, C. Ricerche sulla presenza di Vitamina C in alcune Molluschi eduli. R. Com. Talasso. Ital. Mem. CLI, Venezia, 1929.
Muschick, F. Muschelschalenfischerei. Die Fischwirtschaft, V, 117—123, 1929.
Vialli, M. Il Connettivo della Lamellabranchiale. Publ. della Staz. Zool. di Napoli, IX, 389—404, 1929.
Wells, W. F. Oyster Investigations. First Report of the Station for Shellfish Culture. 14th Ann. Rep. for 1924, State of New York Conserv. Comm. Albany, 1925.
Wells, W. F. A New Chapter in Shellfish Culture. 15th Ann. Report for 1925, State of New York Conserv. Comm. Albany, 1926.
Wells, W. F. Report of Experimental Shellfish Station. 16th Ann. Rep. for 1926, State of New York Conserv. Comm. Albany, 1927.
Wells, W. F. Chlorination as the factor of safety in Shellfish production American. Journ. of Public Health, XIX, 72—79, New York, 1929.

Crustacea.

Havinga, B. Krebse und Weichtiere. Handb. der Seefisch. Nordeuropas, III, Teil 2 Stuttgart, 1929.
Heldt, H. Rapport sur la langouste vulgaire (*Palinurus vulgaris* Latreille). Comm. Int. pour l'Explor. de la Mer Méditerranée, Rapp. et Proc.-Verb, N. S. IV, 113—126, 1929.

Whales and Seals.

Bonnot, P. The Whales of California. California Fish and Game, XV, 203—215, U.S.A. 1929.
Isachsen, G. Modern Norwegian Whaling in the Antarctic. The Geogr. Review, XIX, 387—403, New York, 1929.
Mackintosh, N. A. and Wheeler, F. G. Southern Blue and Fin-Whales. Discovery Reports, I, 257—540, London, 1929.
Matthews, L. H. The Natural History of the Elephant Seal, with notes on other seals found at South Georgia. Discovery Reports, I, 233—256, London, 1929.

Biological Miscellaneous.

Fillon, R. Rapport sur la chimie marine industrielle (2e rapport), Comm. Int. pour l'Explor. de la Mer Méditerranée, Rapp. et Proc -Verb N. S. IV, 65—75, 1929.
Mann, A. The Food Value of the Bottom Diatoms. Proc. 3rd Pan-Pacific Science Congress, Tokyo, 1926, II, 2241—2248, 1928.

Notice to Contributors.

1) All contributions should be type-written, on one side of the paper only.

2) Drawings and diagrams for reproduction should be prepared in waterproof Indian Ink (Encre de Chine) on Bristol Board or other perfectly smooth, white paper or card. No erasures should be made. Shading should be limited to the minimum necessary, and when used the shading lines should be kept open. Fine and dotted lines should be drawn boldly.

Lettering should be inserted only in pencil: the block-maker will be responsible for the definitive lettering.

Drawings should if possible be twice the diameter required, and when reduced should occupy a maximum space of 18 cms. in length and 11 cms. in width, including the space for the legend. The shape should be such as to fit easily into the page.

The size to which drawings are to be reduced should be noted in pencil on the originals.

When several illustrations are required for the same article they may be drawn on the same sheet, allowing at least 5 cms. between them.

Charts and curves may be drawn to advantage on graph-paper ruled in pale blue lines, as these lines do not appear in photographic reproduction.

Legends for figures should be type-written on a separate sheet.

3) For satisfactory reproduction of photographs a good glossy bromide print is required, and all added matter, such as reference letters, arrows, numbers etc., should be drawn on the face of the photograph or indicated on tracing paper attached to the back of the print and folded over the front. If matter is written on the face of the photograph a duplicate print without the added matter should be supplied.

Legends should be written on the back of the photographs, or type-written on a separate sheet.

Table of Contents.

Page

1. Obituary Notice:— Thomas Wemyss Fulton (1855—1929) 3
2. Georg Wüst. Meridionale Schichtung und Tiefenzirkulation in den Westhälften der drei Ozeane 7
3. A. T. Doodson. Current observations at Horn's Rev, Varne and Smith's Knoll in the years 1922 and 1923. 22
4. A. Bückmann. Die Alterszusammensetzung des Schollenbestandes der südöstlichen Nordsee im Jahre 1929 33
5. B. Havinga. Der Granat (*Crangon vulgaris* Fabr.) in den holländischen Gewässern 57
6. Erna W. Mohr. Bibliographie der Alters- und Wachstums-Bestimmung bei Fischen. Nachträge und Fortsetzung 88
7. Reviews:—
   - Magdalene Willimzik. Die Strömungen im subtropischen Konvergenzgebiet des Indischen Ozeans. Reviewed by Donald J. Matthews 101
   - Lotte Möller. Die Zirkulation des Indischen Ozeans auf Grund von Temperatur- und Salzgehaltstiefenmessungen und Oberflächenstrombeobachtungen. Reviewed by Donald J. Matthews 102
   - J. W. Gregory. The Geological History of the Atlantic Ocean — being the Presidential Address to the Geological Society of London at its Anniversary Meeting on 15th February, 1929. Reviewed by J. N. Carruthers 103
   - Johan T. Ruud. On the Biology of Copepods off Møre 1925—1927. Reviewed by G. P. Farran 105
   - Andrew Scott. The Copepod Parasites of Irish Sea Fishes. Reviewed by G. P. Farran 106
   - Otto Pratje. Subfossile Seichtwassermuscheln auf der Doggerbank und in der südlichen Nordsee? Reviewed by Richard Elmhirst 107
   - Å. Vedel Tåning. Plaice Investigations in Icelandic Waters. Reviewed by D. E. Thursby-Pelham 108
   - E. Ford. Herring Investigations at Plymouth. V-VII. Reviewed by W. C. Hodgson 110
   - Arni Fridriksson. Age-Composition of the Stock of Cod in East Icelandic Fjords during the years 1925—1927. Reviewed by Michael Graham 112
   - A. W. H. Needler. Studies on the Life History of the Haddock (*Melanogrammus aeglifinus* Linnaeus). Reviewed by Harold Thompson 113
   - Michael Graham. Studies of Age-Determination in Fish. Part I: A Study of the Growth-Rate of Codling (*Gadus callarias* L.) on the Inner Herring Trawling Ground. Reviewed by Harold Thompson 115
   - Michael Graham. Studies of Age-Determination in Fish. Part II: A Survey of the Literature. Reviewed by Harold Thompson 117
   - Michael Graham. On Methods of Marking Round Fish with an Account of Tests in Aquaria. Reviewed by Oscar Sund 121
   - L. Joubin (Edited by). Faune Ichtyologique de l'Atlantique Nord. No. 1. Reviewed by J. R. Norman 122
   - G. Hinard et L. Lambert. Tableau de l'Ostréiculture Française. Reviewed by H. P. Sherwood 123
   - G. Hinard. Rapport sur le Contrôle Sanitaire des Etablissements Coquillers. Reviewed by H. M. Webb 124
8. Current Bibliography prepared by the Editor with the assistance of Miss Thursby-Pelham 127

BIANCO LUNO A/S – COPENHAGEN